

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-244168
(P2001-244168A)

(43)公開日 平成13年9月7日(2001.9.7)

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	テーム(参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 2 B 5/10	2 H 0 4 2
G 0 2 B 5/10		G 0 3 F 7/20	5 0 3 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 3	7/23	H 5 F 0 4 6
7/23		H 0 1 L 21/30	5 3 1 A
			5 1 6 Z

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 30 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-50137(P2000-50137)

(22)出願日 平成12年2月25日(2000.2.25)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 小松田 秀基

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

Fターム(参考) 2H042 DB08 DD04 DD09 DED4

2H097 AA02 AA03 AB09 BB10 CA06

CA15 EA01 GB01 LA10 LA12

5F046 BA05 CA03 CA04 CB03 CB05

CB13 CB23 DA01 DB01 DC12

GA03 GA06 GA14 GC03 GC04

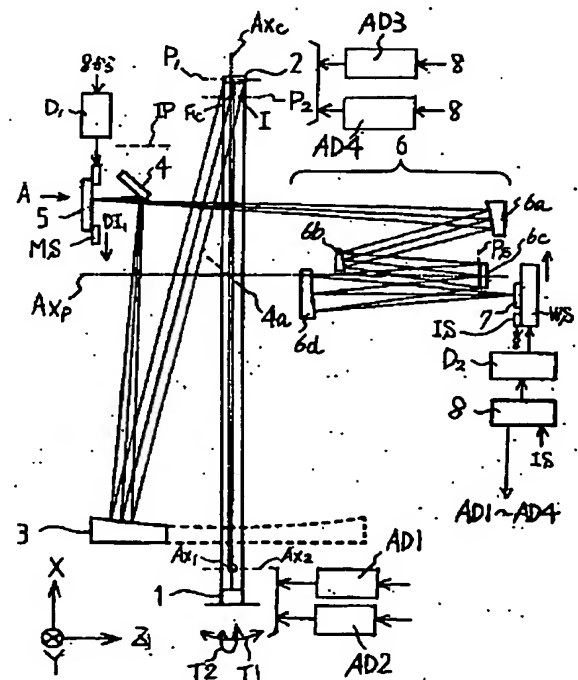
GD10

(54)【発明の名称】 露光装置および該露光装置を用いてマイクロデバイスを製造する方法

(57)【要約】

【目的】 厳しい照明条件を十分に満たし得る高性能な露光装置、及びより一層微細なパターンの露光によってより一層優れたマイクロデバイスの製造方法の提供にある。

【構成】 マスクに形成されたパターンを感光性基板に投影する投影系；マスク上の位置に照明領域を形成する照明光学系；投影系に対してマスク及び感光性基板を所定の走査露光方向に沿って相対的に移動させる移動手段と；走査露光方向に沿った照明特性を調整する第1照明調整手段；走査露光方向と交差する方向での照明特性を調整する第2照明調整手段；テレセントリシティに傾斜成分を付与する第1テレセントリシティ調整手段；光軸からの位置に応じたテレセントリシティを調整する第2テレセントリシティ調整手段；を含む構成とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】マスクに形成されたパターンを感光性基板に投影するために、光軸に対して偏芯した露光視野を含む投影系と；露光のための光束を前記露光視野へ導くために、前記投影系の光軸に対して偏芯した前記マスク上の位置に照明領域を形成する照明光学系と；前記投影系に対して前記マスク及び前記感光性基板を所定の走査露光方向に沿って相対的に移動させる移動手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野における前記走査露光方向に沿った照明特性を調整する第1照明調整手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野における前記走査露光方向と交差する方向での照明特性を調整するために第2照明調整手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野におけるテレセントリシティに傾斜成分を付与する第1テレセントリシティ調整手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野における前記光軸からの位置に応じたテレセントリシティを調整する第2テレセントリシティ調整手段と；を含むことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の露光装置。

【請求項2】前記照明光学系は、前記マスク上において前記走査露光方向を横切る方向の円弧状の照明領域を形成することを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】前記第1照明調整手段は、前記走査露光方向に沿って傾斜した照度分布成分を付与し、前記第2照明調整手段は、前記走査露光方向と交差する方向に沿って傾斜した照度分布成分を付与することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の露光装置。

【請求項4】前記照明光学系は、多数の照明用光学部材を含み、前記第1及び第2照明調整手段は、前記多数の照明用光学部材のうちの少なくとも1つの同一の照明用光学部材を互いに異なる方向に傾斜又は移動させる、あるいは前記多数の照明用光学部材のうちの互いに異なる照明用光学部材をそれぞれ傾斜又は移動させることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の露光装置。

【請求項5】前記第1テレセントリシティ調整手段は、前記第1及び第2照明調整手段によって調整される照明用光学部材とは別の照明用光学部材を調整し、第2テレセントリシティ調整手段は、前記第1テレセントリシティ調整手段により調整される照明用光学部材と同一な照明用光学部材又は前記第1テレセントリシティ調整手段により調整される照明用光学部材とは別の照明用光学部材を調整することを特徴とする請求項4に記載の露光装置。

【請求項6】前記照明光学系は、多数の照明用反射部材を含み、前記第1照明調整手段、第2照明調整手段、第

1テレセントリシティ調整手段及び第2テレセントリシティ調整手段は、前記照明光学系の一部の照明用反射部材の位置をそれぞれ調整することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の露光装置。

【請求項7】前記第1及び第2照明調整手段は、同一の照明用反射部材を互いに異なる軸回りに傾斜、又は同一の照明用反射部材を互いに異なる方向に移動させることを特徴とする請求項6に記載の露光装置。

【請求項8】前記第1及び第2テレセントリシティ調整手段は、同一の照明用反射部材を互いに異なる方向に移動させることを特徴とする請求項6又は請求項7に記載の露光装置。

【請求項9】前記第1及び第2照明調整手段は、前記第1及び第2テレセントリシティ調整手段により調整される照明用反射部材とは別の照明用反射部材を調整することを特徴とする請求項8に記載の露光装置。

【請求項10】前記照明光学系は、前記光束を供給する光源手段と、前記マスク又は前記感光性基板での照明分布を均一にする反射型オプティカルインテグレータと、前記光源手段と前記反射型オプティカルインテグレータとの間に配置されて前記光源手段からの光束を前記反射型オプティカルインテグレータへ導く導光光学系とを含むことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の露光装置。

【請求項11】前記マスクに形成される照明領域での照明条件又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野での照明条件を変更する照明条件変更手段とをさらに配置し、前記第1照明調整手段、第2照明調整手段は、前記第1テレセントリシティ及び前記第2テレセントリシティ調整手段は、前記照明条件変更手段による照明条件の変更に応じて各調整をそれぞれ行うことを特徴とする請求項1乃至請求項10のいずれかに記載の露光装置。

【請求項12】請求項1乃至請求項11に記載の露光装置を用いてマイクロデバイスを製造する方法において、前記照明光学系を用いて前記マスクを照明する工程と；前記投影系を用いて前記マスクのパターン像を前記感光性基板に露光する工程と；を含むことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項13】複数の照明用反射部材を含み露光のための光束をマスクへ導く照明光学系と；前記マスクのパターンを感光性基板に投影する投影系と；前記投影系に対して前記マスク及び前記感光性基板を所定の走査露光方向に沿って相対的に移動させる移動手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野におけるテレセントリシティに傾斜成分を付与する第1テレセントリシティ調整手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野における前記光軸からの位置に応じたテレセントリシティを調整する第2テレ

セントリシティ調整手段と；を含み、前記第1及び第2テレセントリシティ調整手段は、前記照明光学系の一部の照明用反射部材をそれぞれ調整することを特徴とする露光装置。

【請求項14】第2テレセントリシティ調整手段は、前記第1テレセントリシティ調整手段により調整される照明用反射部材を第1テレセントリシティ調整手段とは異なる方向に移動させる、あるいは前記第1テレセントリシティ調整手段により調整される照明用反射部材とは別の照明用反射型部材を移動させることを特徴とする請求項13に記載の露光装置。

【請求項15】前記照明光学系は、前記光束を供給する光源手段と、前記マスク又は前記感光性基板での照明分布を均一にする反射型インテグレータと、前記光源手段と前記反射型インテグレータとの間に配置されて前記光源手段からの光束を前記反射型インテグレータへ導く導光光学系とを含むことを特徴とする請求項13又は請求項14に記載の露光装置。

【請求項16】前記投影系は、光軸に対して偏芯した露光視野を含み、前記照明光学系は、複数の照明用反射部材を用いて露光のための光束を前記露光視野へ導くために、前記投影系の光軸に対して偏芯した前記マスク上の位置に照明領域を形成することを特徴とする請求項13至請求項15のいずれかに記載の露光装置。

【請求項17】前記マスクに形成される照明領域での照明条件又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野での照明条件を変更する照明条件変更手段とをさらに配置し、前記第1テレセントリシティ及び前記第2テレセントリシティ調整手段は、前記照明条件変更手段による照明条件の変更に応じて各調整をそれぞれ行うことを特徴とする請求項13乃至請求項16のいずれかに記載の露光装置。

【請求項18】請求項13乃至請求項17に記載の露光装置を用いてマイクロデバイスを製造する方法において、前記照明光学系を用いて前記マスクを照明する工程と、前記投影系を用いて前記マスクのパターン像を前記感光性基板に露光する工程を含むことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光リソグラフィー工程によってマイクロデバイス（半導体デバイス等の半導体素子、液晶表示素子、撮像素子（例えば、CCD）、薄膜磁気ヘッド等）を製造する際に、好適な露光装置、及びその露光装置を用いて良好なマイクロデバイスを製造する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の照明装置を備えた半導体素子の製造用の露光装置は、マスク上に形成される回路パターンを投影光学系を介してレチクルが塗布されたウ

エハ等の感光性基板上に投影転写する。

【0003】特に、5nm～20nm程度の軟X線領域の光（EUV光：Extreme Ultra-Violet光）を用いた露光装置としては、例えば、米国特許第5,737,137号において提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】感光性基板上により一層微細なパターンを感光性基板上に転写するためには、照明装置においてもより一層厳しい照明条件を十分に満たす必要がある。

【0005】しかしながら、厳しい照明条件を十分に満たすための調整手法は調整機構について知られていない。

【0006】そこで、本発明では、厳しい照明条件を十分に満たし得る高性能な露光装置、及びより一層微細なパターンの露光によってより一層優れたマイクロデバイスの製造方法を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1に係る発明では、マスクに形成されたパターンを感光性基板上に投影するために、光軸に対して偏芯した露光視野を含む投影系と；露光のための光束を前記露光視野へ導くために、前記投影系の光軸に対して偏芯した前記マスク上の位置に照明領域を形成する照明光学系と；前記投影系に対して前記マスク及び前記感光性基板を所定の走査露光方向に沿って相対的に移動させる移動手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野における前記走査露光方向に沿った照明特性を調整する第1照明調整手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野における前記走査露光方向と交差する方向での照明特性を調整するために第2照明調整手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野におけるテレセントリシティに傾斜成分を付与する第1テレセントリシティ調整手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野における前記光軸からの位置に応じたテレセントリシティを調整する第2テレセントリシティ調整手段と；を含む構成としたものである。

【0008】また、請求項2に係る発明では、前記照明光学系は、前記マスク上において前記走査露光方向を横切る方向の円弧状の照明領域を形成するようにしたものである。

【0009】また、請求項3に係る発明では、前記第1照明調整手段は、前記走査露光方向に沿って傾斜した照度分布成分を付与し、前記第2照明調整手段は、前記走査露光方向と交差する方向に沿って傾斜した照度分布成分を付与する構成としたものである。

【0010】また、請求項4に係る発明では、前記照明光学系は、多数の照明用光学部材を含み、前記第1及び

第2照明調整手段は、前記多数の照明用光学部材のうちの少なくとも1つの同一の照明用光学部材を互いに異なる方向に傾斜又は移動させる、あるいは前記多数の照明用光学部材のうちの互いに異なる照明用光学部材をそれぞれ傾斜又は移動させる構成としたものである。

【0011】また、請求項5に係る発明では、前記第1テレセントリシティ調整手段は、前記第1及び第2照明調整手段によって調整される照明用光学部材とは別の照明用光学部材を調整し、第2テレセントリシティ調整手段は、前記第1テレセントリシティ調整手段により調整される照明用光学部材と同一な照明用光学部材又は前記第1テレセントリシティ調整手段により調整される照明用光学部材とは別の照明用光学部材を調整する構成としたものである。

【0012】また、請求項6に係る発明では、前記照明光学系は、多数の照明用反射部材を含み、前記第1照明調整手段、第2照明調整手段、第1テレセントリシティ調整手段及び第2テレセントリシティ調整手段は、前記照明光学系の一部の照明用反射部材の位置をそれぞれ調整する構成としたものである。

【0013】また、請求項7に係る発明では、前記第1及び第2照明調整手段は、同一の照明用反射部材を互いに異なる軸回りに傾斜、又は同一の照明用反射部材を互いに異なる方向に移動させる構成としたものである。

【0014】また、請求項8に係る発明では、前記第1及び第2テレセントリシティ調整手段は、同一の照明用反射部材を互いに異なる方向に移動させる構成としたものである。

【0015】また、請求項9に係る発明では、前記第1及び第2照明調整手段は、前記第1及び第2テレセントリシティ調整手段により調整される照明用反射部材とは別の照明用反射部材を調整する構成としたものである。

【0016】また、請求項10に係る発明では、前記照明光学系は、前記光束を供給する光源手段と、前記マスク又は前記感光性基板での照明分布を均一にする反射型オブティカルインテグレータと、前記光源手段と前記反射型オブティカルインテグレータとの間に配置されて前記光源手段からの光束を前記反射型オブティカルインテグレータへ導く導光光学系とを含む構成としたものである。

【0017】また、請求項11に係る発明では、前記マスクに形成される照明領域での照明条件又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野での照明条件を変更する照明条件変更手段とをさらに配置し、前記第1照明調整手段、第2照明調整手段は、前記第1テレセントリシティ及び前記第2テレセントリシティ調整手段は、前記照明条件変更手段による照明条件の変更に応じて各調整をそれぞれ行う構成としたものである。

【0018】また、請求項12に係る発明では、請求項1乃至請求項11に記載の露光装置を用いてマイクロデ

バイスを製造する方法において、前記照明光学系を用いて前記マスクを照明する工程と；前記投影系を用いて前記マスクのパターン像を前記感光性基板に露光する工程と；を含む構成としたものである。

【0019】また、請求項13に係る発明では、複数の照明用反射部材を含み露光のための光束をマスクへ導く照明光学系と；前記マスクのパターンを感光性基板に投影する投影系と；前記投影系に対して前記マスク及び前記感光性基板を所定の走査露光方向に沿って相対的に移動させる移動手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野におけるテレセントリシティに傾斜成分を付与する第1テレセントリシティ調整手段と；前記マスクに形成される照明領域又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野における前記光軸からの位置に応じたテレセントリシティを調整する第2テレセントリシティ調整手段と；を含み、前記第1及び第2テレセントリシティ調整手段は、前記照明光学系の一部の照明用反射部材をそれぞれ調整する構成としたものである。

【0020】また、請求項14に係る発明では、第2テレセントリシティ調整手段は、前記第1テレセントリシティ調整手段により調整される照明用反射部材を第1テレセントリシティ調整手段とは異なる方向に移動させる、あるいは前記第1テレセントリシティ調整手段により調整される照明用反射部材とは別の照明用反射型部材を移動させる構成としたものである。

【0021】また、請求項15に係る発明では、前記照明光学系は、前記光束を供給する光源手段と、前記マスク又は前記感光性基板での照明分布を均一にする反射型インテグレータと、前記光源手段と前記反射型インテグレータとの間に配置されて前記光源手段からの光束を前記反射型インテグレータへ導く導光光学系とを含む構成としたものである。

【0022】また、請求項16に係る発明では、前記投影系は、光軸に対して偏芯した露光視野を含み、前記照明光学系は、複数の照明用反射部材を用いて露光のための光束を前記露光視野へ導くために、前記投影系の光軸に対して偏芯した前記マスク上の位置に照明領域を形成する構成としたものである。

【0023】また、請求項17に係る発明では、前記マスクに形成される照明領域での照明条件又は前記感光性基板に形成される前記投影系の露光視野での照明条件を変更する照明条件変更手段とをさらに配置し、前記第1テレセントリシティ及び前記第2テレセントリシティ調整手段は、前記照明条件変更手段による照明条件の変更に応じて各調整をそれぞれ行う構成としたものである。

【0024】また、請求項18に係る発明では、請求項11乃至請求項17に記載の露光装置を用いてマイクロデバイスを製造する方法において、前記照明光学系を用いて前記マスクを照明する工程と；前記投影系を用いて

前記マスクのパターン像を前記感光性基板に露光する工程と；を含む構成としたものである。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、図1乃至図4を参照しながら本発明による実施の形態について説明する。図1は本発明による第1の実施の形態の概略的構成を示す図であり、図2は多光源形成光学系（オプティカルインテグレータ）としての反射素子群2の構成を示す正面図である。図3は反射型光学素子群2を構成する各反射素子E1の構成を示す図であり、図4は、図1に示した多光源像形成光学系（オプティカルインテグレータ）としての反射素子群2の作用を示す図である。

【0026】図1に示すように、200nm以下の波長を持つレーザ光を供給するレーザ光源等の光源手段から供給されるレーザ光（平行光束）は、多光源形成光学系（オプティカルインテグレータ）としての反射素子群2にほぼ垂直に入射する。なお、光源手段としては、例えば、193nmの波長を持つレーザ光を供給するArFエキシマレーザ、157nmの波長を持つレーザ光を供給するF2レーザ、10nm～15nmの波長を持つX線を放射するレーザプラズマX線源、あるいは10nm～15nmの波長を持つ放射光を供給するシンクロトロン発生装置等を用いることができる。

【0027】ここで、反射素子群2は、YZ平面に垂直な所定の第1の基準平面P1に沿って多数の反射素子（光学素子）Eが2次元的に稠密に配置されて構成されている。具体的には、図2に示すように、反射素子群2は、輪郭（外形）が円弧状に形成された反射曲面を持つ反射素子Eを多数有している。そして、この反射素子群2は、Z方向に沿って多数配列された反射素子の列をY方向に沿って5列有している。そして、この5列の反射素子の列は、全体としてほぼ円形状となるように構成されている。

【0028】なお、反射素子Eの輪郭形状（円弧形状）は、後述する被照射面としての反射マスク5上に形成される円弧状の照明領域IFの形状と相似である。各反射素子Eは、図3の（a）及び（b）に示すように、光軸AxEから偏心した所定の領域において所定の曲率半径REの反射曲面の1部を、輪郭（外形）が円弧状となるように切り出した形状を有しており、この円弧状反射素子Eの中心CEは、光軸AxEからの高さhEの位置にある。従って、各反射素子Eの偏心した反射面RSEは、図3の（b）に示すように、所定の曲率半径REを有する偏心球面ミラーで構成される。なお、図3の（b）中のRSEは、光源手段1から入射する光束を有効に反射させる反射素子Eの有効反射領域を示している。

【0029】よって、図3の（b）に示すように、反射素子Eの光軸AxEに沿って平行な方向に入射するレーザ光（平行光束）Lは、反射素子Eの光軸AxE上の焦

点位置FEに集光されて光源像Iを形成する。なお、この時の反射素子Eの焦点距離fEは、反射素子Eの反射曲面の頂点OEと反射素子Eの反射曲面の焦点位置FEとの間の距離となり、反射素子Eの反射曲面の曲率半径REとすると、次式（1）の関係が成立している。

$$(1) \quad f_E = -R_E / 2$$

図1に戻って説明すると、反射素子群2にほぼ垂直に入射するレーザ光（平行光束）は、多数の反射素子Eの反射作用によって、円弧状に波面分割されて入射光束からずれた位置P2に多数の反射素子Eの数に対応する光源像が形成される。換言すれば、反射素子群2を構成する多数の反射素子Eの各光軸AxEに対して平行な方向からレーザ光が入射するものとする、各反射素子Eの反射集光作用により、各光軸AxE上に存在する焦点位置FEを通る面P2に光源像Iがそれぞれ形成される。多数の光源像Iが形成される面P2には、実質的に、多数の2次光源が形成される。従って、反射素子群2は、多数の光源像Iを形成する光源像形成光学系、即ち多数の2次光源を形成する多光源形成光学系として機能を有している。

【0030】この多数の光源像Iからの光束は、コンデンサー光学系としての光軸Axcを有するコンデンサー反射鏡3に入射する。このコンデンサー反射鏡3は、光軸Axcから離れた位置に有効反射面を有する1枚の球面ミラーで構成され、この球面ミラーは、所定の曲率半径Rcを有している。コンデンサー反射鏡3の光軸Axcは、光学素子群2により多数の光源像Iが形成される中心位置（光軸Axcと光源像Iが形成される面P2とが交差する位置）を通る。但し、コンデンサー反射鏡3の焦点位置は、この光軸Axc上に存在する。

【0031】なお、コンデンサー反射鏡3の光軸Axcは、光学素子群2を構成する多数の光学素子E1の各光軸AxE1と平行である。さて、多数の光源像Iからの各光束は、コンデンサー反射鏡3によりそれぞれ反射集光された後、偏向ミラーとしての平面鏡4を介して被照射面としての反射型マスク5を円弧状に重畳的に照明する。図4は図1の矢印Aで示す方向、即ち反射型マスク5の裏面から見たときに、反射型マスク5上に形成される円弧状の照明領域IFの様子を示しており、円弧状の照明領域IFの曲率中心OFは図1に示す投影系の光軸AxP上に存在する。また、仮に図1の平面ミラー4を除去した場合には、照明領域IFは図1の被照射面IPの位置に形成され、この時の照明領域IFの曲率中心OFは、コンデンサー光学系3の光軸Axc上に存在する。

【0032】従って、図1に示す例では、コンデンサー光学系3の光軸Axcが平面ミラー4によって90°偏向されていないが、図1に示す平面ミラー4の仮想の反射面4aにてコンデンサー光学系3の光軸Axcを90°偏向させれば、コンデンサー光学系3の光軸Axcと

投影系6の光軸 A_{xP} とは、反射マスク5上では同軸となる。このため、これらの光軸(A_{xc} 、 A_{xP})は光学的に同軸であると言える。よって、各光軸(A_{xc} 、 A_{xP})は円弧状の照明領域IFの曲率中心 O_{IF} を光学的に通るようにコンデンサー光学系3と投影系6とは配置されている。

【0033】さて、反射型マスク5の表面には、所定の回路パターンが形成されており、この反射型マスク5は、XY平面内に沿って2次元的に移動可能なマスクステージMSに保持されている。この反射型マスク5を反射した光は、投影系6を介して感光性基板としてのレジストが塗布されたウエハW上に結像され、ここには、円弧状の反射マスク5のパターン像が投影転写される。ウエハ7は、XY平面内に沿って2次元的に移動可能な基板ステージWSに保持されている。

【0034】ここで、マスクステージMSは第1駆動系 D_1 を介してXY平面内に沿って2次元的に移動し、基板ステージWSは第2駆動系 D_2 を介してXY平面内に沿って2次元的に移動する。この2つの駆動系(D_1 、 D_2)は、制御系8によって各駆動量が制御されている。従って、制御系8は、2つの駆動系(D_1 、 D_2)を介してマスクステージMS及び基板ステージWSを互いに反対方向(矢印方向)へ移動させることによって、反射型マスク5上に形成されているパターン全体が投影系6を介してウエハW上に走査露光される。これにより、半導体デバイスを製造する光リソグラフィ工程での良好なる回路パターンがウエハ7上に転写されるため、良好なる半導体デバイスを製造することができる。

【0035】光軸 A_{xP} を有する投影系6は、その光軸 A_{xc} から離れた位置に有効反射面を持つ4枚の非球面ミラー(6a~6d)を有するオフアクシス型の縮小系で構成されている。そして、投影系6は物体面(マスク5)及び像面(ウエハ7)の双方において光軸 A_{xc} から離れた位置に円弧状の視野を有している。なお、投影系6は物体面(マスク5)での円弧状の視野は、照明系によってマスク5に形成される円弧状の照明領域IFに見合う大きさを有している。

【0036】第1、第3及び第4の非球面ミラー(6a、6c、6d)は、凹面型の非球面鏡で構成され、第2の非球面ミラー6bは、凸面型の非球面鏡で構成されている。投影系6の瞳は第3の非球面ミラー6cの反射表面上に存在し、この瞳の位置 P_s には開口絞り等が設けられている。

【0037】さて、次に、図1に示した例の光学素子群2の作用について、図5を参照しながら説明する。図5は、図1に示した反射マスク5を照明する照明装置の部分を拡大して示した図であり、図5では、説明を分かりやすくするために、平面ミラー4を省略し、また、反射素子群2が3つの反射素子($E_a \sim E_c$)で構成されているものとする。

【0038】図1にて説明したように、反射素子群2は、所定の基準平面 P_1 に沿って配置された3つの反射素子($E_a \sim E_c$)を含み、その所定の基準平面 P_1 は、各反射素子($E_a \sim E_c$)の焦点位置(曲率中心の位置) P_2 を通る平面(YZ平面)と平行である。図5に示すように、反射素子群2中の反射素子 E_a に入射したレーザ光(平行光束)は、反射素子 E_a の反射面の輪郭形状に対応するように円弧状の光束に波面分割されて、その波面分割された円弧状の光束(実線で示す光束)は、反射素子 E_a の反射面の集光作用によって光源像 I_a を形成する。その後、その光源像 I_a からの光束はコンデンサー光学系3の反射面によって集光されて、反射型マスク5は斜め方向から円弧状に照明される。なお、図5の紙面方向が反射型マスク5上に形成される円弧状の照明領域の幅方向となる。

【0039】また、反射素子群2中の反射素子 E_c に入射したレーザ光(平行光束)は、光学素子 E_c の反射面の輪郭形状に対応するように円弧状の光束に波面分割されて、その波面分割された円弧状の光束(実線で示す光束)は、反射素子 E_c の反射面の集光作用によって光源像 I_c を形成する。その後、その光源像 I_c からの光束はコンデンサー光学系3の反射面によって集光されて、反射型マスク5は、実線で示した光束により形成される円弧状の照明領域と重畳するように円弧状に照明される。

【0040】このように、反射素子群2中の各反射素子を通じた光が反射型マスク5上を円弧状に重畳的に照明するため、均一な照明が達成できる。なお、図1に示すように、反射素子群2中の各反射素子により形成される光源像が投影系6の瞳の位置 P_s (投影系6の入射瞳)に再結像されるため、所謂ケーラー照明が達成される。

【0041】以上の第1の実施の形態で示すように、マスク5のパターンを感光性基板7に露光するために、照明装置及び投影系の全てを反射型部材及び反射型素子で構成したとしても、実質的にケーラー照明の条件を保ちながら、マスク上に照度が均一な円弧状の照明領域を効率良く形成することができる。なお、コンデンサー光学系3の射影関係を正射影にすることにより、方向によらず均一な開口数NAのもとで反射型マスク5を照明することができる。

【0042】また、図2に示されるように、反射素子群2の外形(輪郭)がほぼ円形状に多数の反射素子Eが稠密に配列されることにより、位置 P_2 に形成される多数の光源像により形成される2次光源の外形(輪郭)がほぼ円形状となる。従って、コンデンサー光学系3の射影関係を正射影にする事及び2次光源の外形(輪郭)にする事を同時に行うことにより、マスク5上に形成される照明領域IF内での空間コヒーレンシーが場所及び方向によらず均一にすることができる。

【0043】さらに、反射素子群2中の各反射素子の反射面の形状は、射影関係をコンデンサー光学系3と同一となるように構成することにより、反射素子群2及びコンデンサー光学系3にて歪曲収差を発生させることなく、反射型マスク5上に形成される円弧状照明領域での照度をより一層均一にすることができる。以上においては、反射素子群2を構成する各反射素子E及びコンデンサー光学系3を構成するコンデンサーミラーを共に偏心した球面状の反射面とした例を述べたが、これらを非球面とすることもできる。

【0044】そこで、図1に示した露光装置中の反射素子群2及びコンデンサー光学系3の具体的な数値を挙げる。以下に掲げる数値例では、反射素子群2を構成する各反射素子E及びコンデンサー光学系3を構成するコンデンサーミラーが共に非球面で構成された場合を示している。図4に示すように、反射マスク5上に形成される円弧状の照明領域IFの円弧の曲率R_{IF}を96mm、照明領域IFの円弧の張る角α_{IF}を60°、円弧状の照明領域IFの両端間の距離L_{IF}を96mm、照明領域IFの円弧の幅t_{IF}を6mm、反射マスク5上での照明開口数NAを0.015、反射マスク5の法線に対する照明光の主光線の傾きを30mrad（換言すれば、投影系6の入射瞳位置が反射マスク5から3119mmにあることと同じ。）、レーザ光源から供給される光束径φを42mm程度とする。

【0045】また、図6の(a)に示すように、反射素子群2中の反射素子Eの反射曲面（非球面）をA_{SE}とし、反射素子Eの反射曲面の頂点O_Eでの基準球面をS_E、基準球面の曲率中心をO_{RE}、反射素子Eの反射曲面の頂点O_Eでの接平面と垂直かつ反射素子Eの反射曲面の頂点O_Eを通る方向をX軸（反射素子Eの光軸A_{xE}をX軸）とし、反射素子Eの反射曲面の頂点O_Eでの接平面と平行かつ反射素子Eの反射曲面の頂点O_Eを通る方向をY軸、X軸とY軸とが交差する反射素子Eの反射曲面の頂点O_Eを原点とするXY座標を考える。

【0046】ここで、図6の(a)は反射素子群2中の反射素子Eの反射曲面の断面図を示しており、図6の(b)は反射素子群2中の反射素子Eの正面図を示している。反射素子Eの反射曲面の頂点O_Eでの接平面から反射素子Eの反射表面（非球面）までのX軸（光軸A_{xE}）の方向に沿った距離をx、X軸（光軸A_{xE}）から反射素子Eの反射表面（非球面）までのY軸の方向に沿った距離をy、反射素子Eの反射曲面の頂点O_Eを通る基準球面S_Eの曲率半径（反射素子Eの基準曲率半径）をR_E、非球面係数をC₂、C₄、C₆、C₈及びC₁₀とすると、反射素子群2を構成する各反射素子Eの反射面は、以下の非球面式で表現される非球面で構成される。

$$x(y) = (y^2/R_E) / [1 + (1 - y^2/R_E^2)^{0.5}] + C_2 y^2 + C_4 y^4 + C_6 y^6 + C_8$$

$$y^8 + C_{10} y^{10}$$

$$R_E = -183.3211$$

$$C_2 = -5.37852 \times 10^{-4}$$

$$C_4 = -4.67282 \times 10^{-8}$$

$$C_6 = -2.11339 \times 10^{-10}$$

$$C_8 = 5.71431 \times 10^{-12}$$

$$C_{10} = -5.18051 \times 10^{-14}$$

反射素子群2を構成する各反射素子Eは、図6の(a)に示すように、ミラーの断面方向では、光軸A_{xE}からの高さy₁と光軸A_{xE}からの高さy₂とで挟まれた反射断面形状を有し、図6の(b)に示すように正面方向では、円弧の開き角α_Eが60°で円弧の両端間の長さが5.25mmとなる円弧状の非球面偏心ミラーで構成されている。なお、光軸A_{xE}からの高さy₁は5.085mmであり、光軸A_{xE}からの高さy₂は5.415mmである。

【0047】この場合、反射素子Eにより形成される光源像Iは、反射素子Eの光軸A_{xE}の方向では、反射素子Eの反射曲面の頂点O_Eから76.56mm(=x₁)だけ離れた位置にあり、反射素子Eの光軸A_{xE}と直交する方向では、反射素子Eの円弧の中心径から5.25mmだけ離れた光軸A_{xE}の位置にある。なお、反射素子Eの光軸A_{xE}と直交する方向での光源像Iの位置は、反射素子Eの円弧の外径から5.085mm(=y₁)だけ離れた光軸A_{xE}の位置にあり、また、反射素子Eの円弧の外径から5.415mm(=y₂)だけ離れた光軸A_{xE}の位置にある。

【0048】そして、図2に示すように、以上の寸法の有する多数の偏心非球面型の反射素子Eを配列することにより良好なる反射素子群2を構成することができる。次に、以上の寸法の有する多数の偏心非球面型を有する反射素子Eを用いた場合におけるコンデンサー光学系としてのコンデンサーミラー3の具体的な数値例について挙げる。

【0049】図7に示すように、コンデンサーミラー3の反射曲面（非球面）をA_{Sc}とし、コンデンサーミラー3の反射曲面の頂点O_cでの基準球面をS_c、基準球面の曲率中心をO_{RC}、コンデンサーミラー3の反射曲面の頂点O_cでの接平面と垂直かつコンデンサーミラー3の反射曲面の頂点O_cを通る方向をX軸（コンデンサーミラー3の光軸A_xcをX軸）とし、コンデンサーミラー3の反射曲面の頂点O_cでの接平面と平行かつコンデンサーミラー3の反射曲面の頂点O_cを通る方向をY軸、X軸とY軸とが交差するコンデンサーミラー3の反射曲面の頂点O_cを原点とするXY座標を考える。

【0050】ここで、図7はコンデンサーミラー3の反射曲面の断面図を示している。コンデンサーミラー3の反射曲面の頂点O_cでの接平面からコンデンサーミラー3の反射表面（非球面）までのX軸（光軸A_xc）の方向に沿った距離をx、X軸（光軸A_xc）からコンデン

サーミラー3の反射表面（非球面）までのY軸の方向に沿った距離を y 、コンデンサーミラー3の反射曲面の頂点 O_c を通る基準球面の曲率半径（コンデンサーミラー3の基準曲率半径）を R_c 、非球面係数を C_2 、 C_4 、 C_6 、 C_8 及び C_{10} とすると、コンデンサーミラー3の反射面は、以下の非球面式で表現される非球面で構成される。

$$x(y) = (y^2/R_c) / [1 + (1 - y^2/R_c^2)^{0.5}] + C_2 y^2 + C_4 y^4 + C_6 y^6 + C_8 y^8 + C_{10} y^{10}$$

$$R_c = -3518.74523$$

$$C_2 = -3.64753 \times 10^{-5}$$

$$C_4 = -1.71519 \times 10^{-11}$$

$$C_6 = 1.03873 \times 10^{-15}$$

$$C_8 = -3.84891 \times 10^{-20}$$

$$C_{10} = 5.12369 \times 10^{-25}$$

但し、コンデンサーミラー3の光軸 A_{xc} と直交する面 P_2 には、反射素子群2により形成される光源像Iが形成されており、この光源像Iが形成される面 P_2 は、コンデンサーミラー3の反射曲面の頂点 O_c から光軸 A_{xc} に沿って2009.8mm(x_{ic})だけ離れた位置にある。

【0051】以上の数値例で示した偏心非球面型の反射面を持つ多数の反射素子Eで構成される反射素子群2と偏心非球面型のコンデンサーミラー3によって、照度分布及び空間的コヒーレンシーが均一な円弧状の被照射領域IFが形成される。このとき、図7に示すように、コンデンサーミラー3により形成される円弧状の被照射領域IFの幅方向での中心 C_{if} は、コンデンサーミラー3の光軸 A_{xc} の方向では、コンデンサーミラー3の反射曲面の頂点 O_c から1400mm($=x_m$)だけ離れた位置にあり、コンデンサーミラー3の光軸 A_{xc} の高さ方向では、その光軸 A_{xc} から96($=y_{mc}$)の位置にある。

【0052】以上の構成により、反射型マスク5上に照度及び空間コヒーレンシーが均一な照明領域IFを形成することができる。なお、光学素子群2を構成する各光学素子Eの焦点距離を f_F とし、コンデンサー光学系3の焦点距離を f_c とすると、以下の式(2)の関係を満たすことが好ましい。

$$(2) \quad 0.01 < |f_F/f_c| < 0.5$$

この(2)式の上限を越えると、光学素子群2を構成する各光学素子に適切なパワーを持たせたときに、コンデンサー光学系の焦点距離が非常に短くなり過ぎる。このため、コンデンサー光学系にて収差が大きく発生するため、マスク5上に均一な円弧状の照明領域を形成することが困難となる。一方、(2)式の下限を越えると、光学素子群を構成する各光学素子に適切なパワーを持たせたときに、コンデンサー光学系の焦点距離が長くなり過ぎ、コンデンサー光学系自体が大きくなり過ぎ、装置を

コンパクトに構成することが困難となる。

【0053】因みに、前述の光学素子群2を構成する各光学素子E及びコンデンサーミラー3の数値例に従って、上記(2)式の対応値を挙げる。前述のように、光学素子群2を構成する各光学素子の曲率半径 R_E は-183.3211mmであるため、その光学素子Eの基準の焦点距離 f_F は91.66055mm($f_F = -R_E/2$)となる。また、コンデンサーミラー3の曲率半径 R_c は-3518.74523mmであるため、その光学素子Eの基準の焦点距離 f_c は1759.3726mm($f_c = -R_c/2$)となる。従って、 $|f_F/f_c| = 0.052$ となり、上式で示した関係を満たしており、良好なる照明領域を保ちながら装置がコンパクトに構成されていることが理解できる。

【0054】ところで、図1に示した実施の形態では、被照射物体としての反射マスク5又は感光性基板7での照明特性（照明分布、テレセントリシティ等）を良好とする必要がある。

【0055】まず、図1及び図23を参照しながら被照射物体としての反射型マスク5又は感光性基板7の照明分布の調整の原理及び調整機構について説明する。尚、図1に示した光源手段1から正規分布状（ガウス分布状）の強度分布を持つ光束が供給されるものとする。

【0056】ここで、図23は図1に示した実施の形態において反射型マスク5又は感光性基板7上に形成される円弧状の照明領域IFに形成される照度分布（又は光強度分布）の様子を示している。

【0057】但し、図23において、INは照度（又は光強度）を示し、DI₁は走査方向（走査露光方向）を示し、またID_{a2}は非走査方向DI₂（走査方向DI₁と直交した方向）を示している。また、図23の

(a)、(b)及び(c)において、ID_{a1}、ID_{b1}及びID_{c1}は走査方向DI₁における照度分布を示しており、ID_{a2}、ID_{b2}及びID_{c2}は非走査方向DI₂（走査方向DI₁と直交した方向）における照度分布を示している。なお、図23における走査方向DI₁は図1に示した例ではX方向に対応し、図23における非走査方向DI₂（走査方向DI₁と直交した方向）は図1に示した例ではY方向に対応する。

【0058】図23の(b)に示すように反射型マスク5又は感光性基板7上に形成される円弧状の照明領域IFの非走査方向DI₂（走査方向DI₁と直交した方向）において、回転対称な照度分布ID_{b2}が発生している場合には、走査方向DI₁における照度分布ID_{b1}を補正するような傾斜照度成分（走査方向DI₁において照度分布ID_{b1}とは逆に傾斜した照度成分）を付与する。これによって回転対称な照度分布ID_{b2}を補正することができる。

【0059】そこで、図1に示す実施の形態では、光源手段1の射出側での光束中心（照明光軸 A_{xc} ）と直交

かつY方向と平行となる第1軸 A_{x1} を中心として、矢印方向T1に示すように光源手段1を所定量だけ傾斜させる。これにより、図23の(b)に示す回転対称な照度分布ID₀₂は補正され、その結果、照度分布ID₀₂は平坦となる。

【0060】また、図23の(c)に示すように反射型マスク5又は感光性基板7上に形成される円弧状の照明領域IFの非走査方向DI₂(走査方向DI₁と直交した方向)において、傾斜成分を持つ照度分布ID₀₂が発生している場合には、非走査方向DI₂(走査方向DI₁と直交した方向)における照度分布ID₀₂を補正するような傾斜照度成分(非走査方向DI₂において照度分布ID₀₂とは逆に傾斜した照度成分)を付与する。これによって傾斜成分を持つ照度分布ID₀₂を補正することができる。

【0061】そこで、図1に示す実施の形態では、光源手段1の射出側での光束中心(照明光軸 A_{xc})と直交かつZ方向と平行となる第2軸 A_{x2} を中心として、矢印方向T2に示すように光源手段1を所定量だけ傾斜させることにより、図23の(c)に示す回転対称な照度分布ID₀₂は補正され、その結果、照度分布ID₀₂は平坦となる。

【0062】なお、図1に示す第1軸 A_{x1} 及び第2軸 A_{x2} は互いに直交する関係を満たしていれば、第1軸 A_{x1} はY軸と平行となる任意の位置に、また第2軸 A_{x2} はX軸と平行となる任意の位置に設定にそれぞれ設定することができる。

【0063】さて、次に、図1及び図24を参照しながら被照射物体としての反射型マスク5又は感光性基板7のテレセントリシティの調整の原理及び調整機構について説明する。

【0064】ここで、図24は図1に示した実施の形態において反射型マスク5又は感光性基板7上に形成される円弧状の照明領域IFに形成されるテレセントリシティ(照明光軸対する主光線の平行度又は被照射面に対する主光線の直交度)の様子を模式的に示している。すなわち、図24は理解を容易にするために、図1に示した実施の形態等を模式的に示しているが、図24では2次光源を規定する開口絞り120が図1に示す例及び後述する各例の反射型オブティカルインテグレータ2に対応し、光学部材130が図1に示す例及び後述する各例のコンデンサ反射鏡3に対応し、被照射面140が図1に示す例及び後述する各例の反射型マスク5又は感光性基板7に対応する。

【0065】図24において(a)は光学部材130の光源側焦点位置Fが開口絞り120の中心に合致して完全にテレセントリック(テレセン)となる状態を示し、(b)は光学部材130の光源側焦点位置Fに対して開口絞り120の中心が光軸 A_x と直交した方向に変位量 $\Delta 1$ だけ相対的に偏芯してテレセントリシティに傾斜成

分(傾斜テレセン)が付与された状態を示し、(c)は光学部材130の光源側焦点位置と開口絞り120の中心とが光軸に沿って変位量 $\Delta 2$ だけ変位して光軸 A_x からの位置に応じてテレセントリシティが等方的に変化する(倍率テレセンが発生している)状態を示している。

【0066】図24の(b)に示すように反射型マスク5又は感光性基板7上に形成される円弧状の照明領域IFにおいて、テレセントリシティに傾斜成分(傾斜テレセン)が発生している場合には、光学部材130に対して開口絞り120を逆方向(光軸 A_x と直交した方向に沿って下方)に変位量 $\Delta 1$ だけ偏芯させて、逆方向に傾斜した傾斜テレセン成分を付与する。これによってテレセントリシティの傾斜成分を補正することができる。

【0067】そこで、図1に示す実施の形態では、反射型オブティカルインテグレータ2を照明光軸 A_{xc} (X方向)と直交した面(YZ平面)に沿って所定量だけ移動させることにより、図24の(b)に示すようなテレセントリシティの傾斜成分は補正される。

【0068】また、図24の(c)に示すように反射型マスク5又は感光性基板7上に形成される円弧状の照明領域IFにおいて、光軸からの位置に応じてテレセントリシティが等方的に変化する(倍率テレセンが発生している)場合には、光学部材130に対して開口絞り120を光軸 A_x に沿って逆方向(光軸 A_x に沿って左側方向)に変位量 $\Delta 2$ だけ移動させて、光軸 A_x からの位置に応じて等方的に逆方向のテレセントリシティ(逆方向の倍率テレセン成分)を付与する。これによって光軸 A_x からの位置に応じて等方的に発生するテレセントリシティの変化を補正することができる。

【0069】そこで、図1に示す実施の形態では、反射型オブティカルインテグレータ2を照明光軸 A_{xc} (X方向)に沿って所定量だけ移動させることにより、図24の(c)に示すような光軸 A_{xc} からの位置に応じて等方的に発生するテレセントリシティの変化は補正される。

【0070】さて、次に、以下において、図1及び図25を参照しながら被照射物体としての感光性基板7での照明特性(照明分布、テレセントリシティ等)の調整フローについて説明する。

(ステップ1) まず、ステップ1では、マスクステージMSに均一な反射面を有する照明特性計測用マスクを載置して、感光性基板7の表面(投影系6の結像面)での光学特性を計測する。なお、露光工程後に照明特性を計測する場合には、マスクステージMS上に載置された露光用反射マスク5を上記照明特性計測用マスクに交換する。

【0071】マスクステージMSにおける照明特性計測用マスクの設定が完了すると、制御系8は、駆動系D₂を介して基板ステージWSを移動させて、基板ステージWSの一端に設けられた照明特性計測用センサーISを

投影系6の結像面（又は露光視野）に位置させる。そして、制御系8が駆動系D₂を介して基板ステージWSを投影系6の結像面（又は露光視野）内において2次元移動させることにより、照明特性計測用センサーISは、投影系6の結像面（又は露光視野）内での照明特性情報を2次元マトリックス状の検出することができる。投影系6の結像面（又は露光視野）内の各位置毎に得られる照明特性計測用センサーISからの出力信号は、制御系8に入力され、計測結果は、制御系8と電氣的に接続された不図示の表示装置によって投影系6の結像面（又は露光視野）内での照明特性情報（照度分布やテレセントリシティ等）が表示される。

（ステップ2）制御系8は、上記ステップ1において得られた計測結果に基づいて、現在の照明特性が許容できるか否かを所定の演算を行った上で判断する。もし、計測された照明特性が許容できる場合には、図25に示す調整工程のフローは完了し、マスクステージMS上に載置された照明特性計測用マスクを露光用反射マスク5に交換して、露光動作を開始する。

【0072】一方、計測された照明特性が許容できない場合には、調整工程としてのステップ3は移行する。

（ステップ3）制御系8は、上記ステップ1において得られた計測結果に基づいて、照明特性の補正量を算出した上で、第1調整系（駆動系）AD₁～第4調整系（駆動系）AD₄の少なくとも1つを駆動させて、例えば、照度分布の補正及びテレセントリシティの補正を行う。

【0073】具体的には、第1調整系AD₁は、制御系8からの出力に基づいて、第1軸Ax₁を中心として、矢印方向T₁に示すように光源手段1を傾斜させる。これにより、基板7上に形成される円弧状照明領域IF（露光領域または投影系6の露光視野）におけるY方向に沿った回転対称な照度分布ID₂は補正され、照度分布ID₂は平坦になる（図23の（b）を参照）。

【0074】また、第2調整系AD₂は、制御系8からの出力に基づいて、第1軸Ax₁と直交する第2軸Ax₂を中心として、矢印方向T₂に示すように光源手段1を傾斜させる。これにより、基板7上に形成される円弧状照明領域IF（露光領域または投影系6の露光視野）におけるY方向に沿った傾斜成分を持つ照度分布ID₂は補正され、照度分布ID₂は平坦になる（図23の（c）を参照）。

【0075】また、第3調整系AD₃は、制御系8からの出力に基づいて、反射型オブティカルインテグレータ2を照明光軸Ax_c（X方向）と直交した面（YZ平面）に沿って移動（偏心）させる。これにより、テレセントリシティの傾斜成分（傾斜テレセン）は補正される（図24の（b）を参照）。

【0076】また、第4調整系AD₄は、制御系8からの出力に基づいて、反射型オブティカルインテグレータ2を照明光軸Ax_c（X方向）に沿って移動させる。こ

れにより、光軸からの位置に応じて等方的に発生するテレセントリシティの変化（倍率テレセン）は補正される（図24の（c）を参照）。

【0077】以上の第1調整系（駆動系）AD₁～第4調整系（駆動系）AD₄の少なくとも1つを駆動させて、例えば、照度分布の補正及びテレセントリシティの補正が完了した後、再び、ステップ1へ戻り、投影系6の結像面（又は露光視野）内での照明特性を計測する。そして、ステップ1での投影系6の結像面（又は露光視野）内での照明特性の確認により、もし、計測された照明特性が許容できる場合には、図25に示す調整フローは完了する。その後、マスクステージMS上に載置された照明特性計測用マスクを露光用反射マスク5に交換して、露光動作を開始する。

【0078】また、ステップ1での投影系6の結像面（又は露光視野）内での照明特性の確認により、もし、計測された照明特性が許容できない場合には、ステップ3は移行して、調整工程が実行される。そして、ステップ1での計測工程において、照明特性が許容できると判断される迄、ステップ1～ステップ3の工程が繰り返される。

【0079】なお、図25に示す調整フローは、制御系8による自動制御に限らず、マニュアル的に実行しても良い。例えば、以上のステップ3では、制御系8が調整系としてのモータ等の駆動系（AD₁～AD₄）を制御しているが、4つの調整系（AD₁～AD₄）を制御系8による制御とせずに、それら4つの調整系（AD₁～AD₄）を作業者が調整できる機械的な又は電氣的な調整機構としても良い。この場合、ステップ1の計測結果に基づいて作業者が4つの調整系（AD₁～AD₄）を介して照度分布の補正及びテレセントリシティの補正を行うことができる。

【0080】また、以上のステップ1での計測工程では、基板ステージWSの一端に設けられた照明特性計測用センサーISを用いて投影系6の結像面（又は露光視野）で照明特性を計測した例を説明したが、マスクステージMSに一端に照明特性計測用センサーISを設けて、この照明特性計測用センサーISを用いて照明系（1～4）の照明領域IF内の2次元的な照明特性を計測するようにしても良い。この計測においては、照明特性計測用マスクを不要とすることができる。

【0081】さて、次に、図8、図9、図10及び図11を参照しながら本発明による第2の実施の形態について説明する。以上の第1の実施の形態では、多光源形成光学系（オブティカルインテグレータ）を1つの反射素子群2のみで構成した例を示したが、第2の実施の形態では、多光源形成光学系（オブティカルインテグレータ）を2つの反射素子群（20a、20b）で構成した例を示す。

【0082】図8は本発明による第2の実施の形態の概

略的構成を示す図であり、図9は多光源形成光学系（オブティカルインテグレータ）としての2つの反射素子群（20a、20b）の構成を示す正面図である。図10は第1の反射素子群20aを構成する各反射素子 E_1 の構成を示す図であり、図11は第2の反射素子群20bを構成する各反射素子 E_2 の構成を示す図である。図12は図8に示した多光源形成光学系（オブティカルインテグレータ）としての2つの反射素子群（20a、20b）の作用を示す図である。

【0083】図8に示すように、光源手段としてのX線放射装置1は、10nm～15nmの波長を持つX線を放射するレーザプラズマX線源、10nm～15nmの波長を持つ放射光を供給するシンクロtron発生装置等である。X線放射装置1からの供給される放射光（X線）は、多光源形成光学系（オブティカルインテグレータ）2に向け放射される。

【0084】ここで、多光源形成光学系（オブティカルインテグレータ）2は、第1の反射素子群20aと第2の反射素子群20bとで構成されている。まず、第1の反射素子群20aについて説明する。第1の反射素子群20aは、YZ平面に垂直な所定の基準平面 P_a に沿って多数の第1の反射素子（光学素子） E_1 が2次元的に稠密に配置されて構成されている。具体的には、図9の（a）に示すように、第1の反射素子群20aは、輪郭（外形）が円弧状に形成された反射曲面を持つ反射素子 E_1 を多数有している。そして、この第1の反射素子群20aは、Z方向に沿って多数配列された第1の反射素子の列をY方向に沿って5列有している。そして、この5列の第1の反射素子の列は、全体としてほぼ円形状となるように構成されている。

【0085】なお、反射素子 E の輪郭形状（円弧形状）は、後述する被照射面としての反射マスク5上に形成される円弧状の照明領域IFの形状と相似である。各反射素子 E_1 は、図10の（a）及び（b）に示すように、光軸 $A_{x_{E1}}$ から偏心した所定の領域において所定の曲率半径 R_{E1} の反射曲面の1部を、輪郭（外形）が円弧状となるように切り出した形状を有しており、この円弧状反射素子 E_1 の中心 C_{E1} は、光軸 $A_{x_{E1}}$ からの高さ h_E の位置にある。従って、各反射素子 E_1 の偏心した反射面は、図10の（b）に示すように、所定の曲率半径 R_{E1} を有する偏心球面ミラーで構成される。

【0086】よって、図10の（b）に示すように、反射素子 E_1 の光軸 $A_{x_{E1}}$ に対して所定の斜め方向から入射する放射光（X線）Lは、反射素子 E_1 の焦点位置 F_{E1} と垂直な面 P_{Fo} （光軸 $A_{x_{E1}}$ から離れた位置）に集光されて光源像Iを形成する。なお、この時の反射素子 E_1 の焦点距離 f_{E1} は、反射素子 E_1 の反射曲面の頂点 O_{E1} と反射素子 E_1 の反射曲面の焦点位置 F_{E1} との間の距離となり、反射素子 E_1 の反射曲面の曲率半径 R_{E1} とすると、次式（3）の関係が成立している。

$$(3) \quad f_{E1} = -R_{E1} / 2$$

図8に戻って説明すると、第1の反射素子群20aに所定方向から斜入射する放射光（X線）は、多数の反射素子 E_1 の反射作用によって、円弧状に波面分割されて入射光束からずれた位置 P_b （第2反射素子群20bを構成する各反射素子の表面の位置）に多数の反射素子 E_1 の数に対応する光源像Iが形成される。換言すれば、第1の反射素子群20aを構成する多数の反射素子 E_1 の各光軸 $A_{x_{E1}}$ に対して斜め方向から放射光Lが入射するものとする、各反射素子 E_1 の反射集光作用により、各光軸 $A_{x_{E1}}$ 上に存在する焦点位置 F_{E1} を通る面 P_b に光源像Iがそれぞれ形成される。多数の光源像Iが形成される面 P_b （図10の P_{Fo} ）には、実質的に、多数の2次光源が形成される。

【0087】この多数の光源像Iが形成される面 P_b には、図9の（b）に示されるように、第2の反射素子群20bが配置されている。ここで、放射光源装置1から供給される放射光は平行光束に加えて、ある範囲での発散角を持つ光束が放射される。このため、第1の反射素子群20aにより面 P_b には、ある大きさを持つ光源像Iが形成される。従って、この第2の反射素子群20bは、放射光源装置1から供給される放射光を有効に利用するために、フィールドミラー群として機能する。すなわち、第2の反射素子群20bを構成する多数の第2の反射素子 E_2 は、それぞれフィールドミラーとしての機能を有している。

【0088】第2反射素子群20bの構成について説明すると、第2の反射素子群20bは、YZ平面に垂直な所定の第2の基準平面（多数の光源像Iが形成される面 P_b ）に沿って多数の第2の反射素子（光学素子） E_2 が2次元的に稠密に配置されて構成されている。具体的には、図9の（b）に示すように、第2の反射素子群20bは、輪郭（外形）が長方形に形成された反射曲面を持つ反射素子 E_2 を多数有している。そして、この第2の反射素子群20bは、Z方向に沿って多数配列された第2の反射素子の列をY方向に沿って5列有している。そして、この5列の第2の反射素子の列は、全体としてほぼ円形状となるように構成されている。

【0089】すなわち、第2の反射素子群20bを構成する多数の第2の反射素子 E_2 は、第1の反射素子群20aを構成する多数の第1の反射素子 E_1 と1対1となるように互いに対向してそれぞれ配列されている。ここで、各反射素子 E_2 は、図11の（a）及び（b）に示すように、光軸 $A_{x_{E2}}$ を含む所定の領域において所定の曲率半径 R_{E2} の反射曲面の1部を、輪郭（外形）が長方形形状となるように切り出した形状を有しており、この長方形反射素子 E_2 の中心 C_{E2} は、この反射素子 E_2 の光軸 $A_{x_{E2}}$ と一致している。従って、各反射素子 E_2 の反射面は、図11の（a）及び（b）に示すように、所定の曲率半径 R_{E2} を有する同心球面ミラーで構成され

る。

【0090】なお、第1及び第2の反射素子群との2つの反射素子群とによって、多数の光源像Iを形成する光源像形成光学系、即ち多数の2次光源を形成する多光源形成光学系として機能が得られる。第2の反射素子群20aによって反射された多数の光源像Iからの光束は、コンデンサー光学系としての光軸Axcを有するコンデンサー反射鏡3に入射する。このコンデンサー反射鏡3は、光軸Axcに対して偏心した1枚の偏心球面ミラーで構成され、この偏心球面ミラーは、所定の曲率半径Rcを有している。このコンデンサー反射鏡3の焦点位置は、第2の光学素子群20aにより多数の光源像Iが形成される2次光源面P2と一致しており、コンデンサー反射鏡3の曲率中心Ocは、第2の反射素子群上に形成される多数の光源像Iの中心位置（光軸Axcと光源像Iが形成される面P2とが交差する位置）または光学素子群2の中心に存在する。

【0091】なお、コンデンサー反射鏡3の光軸Axcは、第1の光学素子群20aを構成する多数の光学素子E1の各光軸Ax_{E1}と平行であるが、第2の光学素子群20bを構成する多数の光学素子E2の各光軸Ax_{E2}と平行でない。つまり、第2の光学素子群20bを構成する多数の光学素子E2の各光軸Ax_{E2}は、斜入射した光束があたかも垂直入射したから如く光線の入射角の半分だけ傾いている。

【0092】さて、第2の反射素子群20aによって反射された多数の光源像Iからの各光束は、コンデンサー反射鏡3によりそれぞれ反射集光された後、偏向ミラーとしての平面鏡4を介して被照射面としての反射型マスク5を円弧状に重畳的に照明する。図4は図8の矢印Aで示す方向、即ち反射型マスク5の裏面から見たときに、反射型マスク5上に形成される円弧状の照明領域IFの様子を示しており、円弧状の照明領域IFの曲率中心Ofは図1に示す投影系の光軸Axp上に存在する。また、仮に図8の平面ミラー4を除去した場合には、照射領域IFは図8の被照射面IPの位置に形成され、この時の照明領域IFの曲率中心Ofは、コンデンサー光学系3の光軸Axc上に存在する。

【0093】従って、図8に示す例では、コンデンサー光学系3の光軸Axcが平面ミラー4によって90°偏向されていないが、図8に示す平面ミラー4の仮想の反射面4aにてコンデンサー光学系3の光軸Axcを90°偏向させれば、コンデンサー光学系3の光軸Axcと投影系6の光軸Axpとは、反射マスク5上では同軸となる。このため、これらの光軸（Axc、Axp）は光学的に同軸であると言える。よって、各光軸（Axc、Axp）は円弧状の照明領域IFの曲率中心Ofを光学的に通るようにコンデンサー光学系3と投影系6とは配置されている。

【0094】さて、反射型マスク5の表面には、所定の

回路パターンが形成されており、この反射型マスク5は、XY平面内に沿って2次的に移動可能なマスクステージMSに保持されている。この反射型マスク5を反射した光は、投影系6を介して感光性基板としてのレジストが塗布されたウエハ7上に結像され、ここには、円弧状の反射マスク5のパターン像が投影転写される。ウエハ7は、XY平面内に沿って2次的に移動可能な基板ステージWSに保持されている。

【0095】ここで、マスクステージMSは第1駆動系D1を介してXY平面内に沿って2次的に移動し、基板ステージWSは第2駆動系D2を介してXY平面内に沿って2次的に移動する。この2つの駆動系（D1、D2）は、制御系8によって各駆動量が制御されている。従って、制御系8は、2つの駆動系（D1、D2）を介してマスクステージMS及び基板ステージWSを互いに反対方向（矢印方向）へ移動させることによって、反射型マスク5上に形成されているパターン全体が投影系6を介してウエハ7上に走査露光される。これにより、半導体デバイスを製造する光リソグラフィ工程での良好なる回路パターンがウエハ7上に転写されるため、良好なる半導体デバイスを製造することができる。

【0096】光軸Axpを有する投影系6は、第1の実施の形態で説明したように、その光軸Axcから離れた位置に有効反射面を持つ4枚の非球面ミラー（6a～6d）を有するオスアクシス型の縮小系で構成されている。第1、第3及び第4の非球面ミラー（6a、6c、6d）は、凹面型の非球面鏡で構成され、第2の非球面ミラー6bは、凸面型の非球面鏡で構成されている。投影系6の瞳は第3の非球面ミラー6cの反射表面上に存在し、この瞳の位置Psには開口絞り等が設けられている。

【0097】さて、次に、図8に示した例の第1及び第2反射素子群（20a、20b）の作用について、図12を参照しながら説明する。図12は、図8に示した反射マスク5を照明する照明装置の部分を拡大して示した図であり、図12では、説明を分かりやすくするために、平面ミラー4を省略し、また、第1の反射素子群20aが2つの反射素子（Ea1、Eb1）で構成され、第2の反射素子群20bが2つの反射素子（Ea2、Eb2）で構成されているものとする。

【0098】第1の反射素子群20aは、所定の第1の基準平面P1に沿って配置された2つの第1の反射素子（Ea1、Eb1）を含み、その所定の基準平面Paは、被照射面としての反射マスク5と光学的に共役な位置、またはその共役な位置の近傍にある。また、第2の反射素子群20bは、所定の第2の基準平面Pbに沿って配置された2つの第1の反射素子（Ea2、Eb2）を含み、その所定の基準平面Pbは、投影系6の瞳と光学的に共役な位置、またはその共役な位置の近傍にある。

【0099】図12に示すように、第1反射素子群20

a中の反射素子E_{a1}にある方向から入射する実線で示す放射光(X線)は、反射素子E_{a1}の反射面の輪郭形状に対応するように円弧状の光束に波面分割されて、その波面分割された円弧状の光束(実線で示す光束)は、反射素子E_{a1}の反射面の集光作用によって第2反射素子群20b中の反射素子E_{a2}上の一端に光源像I₁を形成する。

【0100】また、第1反射素子群20a中の反射素子E_{a1}に別の方向から入射する点線で示す放射光(X線)は、反射素子E_{a1}の反射面の輪郭形状に対応するように円弧状の光束に波面分割されて、その波面分割された円弧状の光束(点線で示す光束)は、反射素子E_{a1}の反射面の集光作用によって第2反射素子群20b中の反射素子E_{a2}上の他端に光源像I₂を形成する。

【0101】従って、第1反射素子群20a中の反射素子E_{a1}に実線及び点線で示す角度範囲の放射光が入射すると、第2反射素子群20b中の反射素子E_{a2}上には光源像I₁と光源像I₂との間を結んだ大きさの光源像が形成される。その後、これら2つの光源像(I₁、I₂)からの光束は、第2反射素子群20b中の反射素子E_{a2}の反射集光作用(フィールドミラーの作用)によって集光され、さらに、コンデンサー光学系3の反射面の反射集光作用によって集光されて、反射型マスク5を2方向から重畳するように円弧照明される。なお、図12の紙面方向が反射型マスク5上に形成される円弧状の照明領域の幅方向となる。

【0102】また、第1反射素子群20a中の反射素子E_{a1}及び第2反射素子群20b中の反射素子E_{a2}による光学作用は、前述した第1反射素子群20a中の反射素子E_{a1}及び第2反射素子群20b中の反射素子E_{a2}による光学作用と同じであるため説明は省略する。このように、2つの反射素子群(20a、20b)によって形成された多数の光源像からの光が反射型マスク5上を円弧状に重畳的に照明するため、効率良く均一な照明が達成できる。しかも、第2反射素子群20b中の各反射素子Eの作用(フィールドミラーの作用)によって、大きさを持つ光源像からの光束を効率良く集光させているため、コンデンサー光学系3の大きさをコンパクトにすることができる。

【0103】ところで、図8に示した第2実施の形態では、被照射物体としての反射マスク5又は感光性基板7での照明特性(照明分布、テレセントリシティ等)を良好とするための調整機構について説明する。尚、図8に示した光源手段1から正規分布状(ガウス分布状)の強度分布を持つ光束が供給されるものとする。

【0104】まず、基板ステージWSの一端に設けられた照明特性計測用センサーISは、計測された投影系6の結像面(又は露光視野)内での照明特性情報を検出する。その後、制御系8は、照明特性計測用センサーISでの計測結果に基づいて現在の照明特性が許容できるか

否かを所定の演算を行った上で判断する。もし、計測された照明特性が許容できない場合には、制御系8は、上記計測結果に基づいて、照明特性の補正量を算出した上で、第1調整系(駆動系)AD₁～第4調整系(駆動系)AD₄の少なくとも1つを駆動させて、例えば、照度分布の補正及びテレセントリシティの補正を行う。

【0105】ここで、第1調整系AD₁は、制御系8からの出力に基づいて、Y軸に平行な所定の第3軸Ax₃を中心として、矢印方向T₃に示すように光源手段1を所定量だけ傾斜させる。これにより、基板7上に形成される円弧状照明領域(露光領域または投影系6の露光視野)IFにおけるY方向に沿った回転対称な照度分布ID_{b2}は補正され、照度分布ID_{b2}は平坦になる(図23の(b)を参照)。

【0106】また、第2調整系AD₂は、制御系8からの出力に基づいて、上記第3軸Ax₃と直交した第4軸Ax₄(Z軸に平行な軸)を中心として、矢印方向T₄に示すように光源手段1を所定量だけ傾斜させる。これにより、基板7上に形成される円弧状照明領域(露光領域または投影系6の露光視野)IFにおけるY方向に沿った傾斜成分を持つ照度分布ID_{c2}は補正され、照度分布ID_{c2}は平坦になる(図23の(c)を参照)。

【0107】また、第3調整系AD₃は、制御系8からの出力に基づいて、反射型オブティカルインテグレータ2としての2つの反射素子群(20a、20b)を光束中心照明光軸Ax_c(X軸)と直交した面(YZ平面)に沿って一体的に所定量だけ移動(偏心)させる。これにより、テレセントリシティの傾斜成分(傾斜テレセン)は補正される(図24の(b)を参照)。

【0108】また、第4調整系AD₄は、制御系8からの出力に基づいて、反射型オブティカルインテグレータ2としての2つの反射素子群(20a、20b)を照明光軸Ax_cに沿った方向(X方向)に一体的に所定量だけ移動させる。これにより、光軸からの位置に応じて等方的に発生するテレセントリシティの変化(倍率テレセン)は補正される(図24の(c)を参照)。

【0109】なお、図8に示す第3軸Ax₃及び第4軸Ax₄は互いに直交する関係を満たしていれば、第3軸Ax₃はY軸と平行となる任意の位置に、また第4軸Ax₄はX軸と平行となる任意の位置に設定にそれぞれ設定することができる。

【0110】以上のように、第1調整系(駆動系)AD₁～第4調整系(駆動系)AD₄の少なくとも1つを駆動させることにより、基板上に形成される円弧状の露光視野(露光領域)での照明特性を良好に補正することができる。

【0111】なお、以上の照明特性の調整動作は、上述した図25の調整フローと同一であるため説明は省略するが、図8に示す制御系8が4つの調整系(AD₁～AD₄)を制御することなく、それら4つの調整系(AD

1～A D4) を作業者が調整できる機械的な又は電気的な調整機構としても良い。この場合、照明特性計測用センサーIS (照明特性計測装置) による計測結果に基づいて作業者が4つの調整系(A D1～A D4) を介して照度分布の補正及びテレセントリシティの補正を行うことができる。

【0112】また、図8では、基板ステージWSの一端に設けられた照明特性計測用センサーISを用いて投影系6の結像面(又は露光視野)で照明特性を計測した例を説明したが、マスクステージMSに一端に照明特性計測用センサーISを設けて、この照明特性計測用センサーISを用いて照明系(1～4)の照明領域IF内の2次元的な照明特性を計測するようにしても良い。この計測においては、照明特性計測用マスクを不要とすることができる。

【0113】以上の図8に示す実施の形態では、第2の反射素子群20b中の各反射素子の表面に形成される光源像が投影系6の瞳の位置Ps(投影系6の入射瞳)に再結像されるため、所謂ケーラー照明が達成される。以上の第2の実施の形態で示すように、例えば、X線等の波長が100nm以下かつある発散角を持つ光を用いて、マスクパターンを感光性基板7に露光するために、照明装置及び投影系の全てを反射型部材及び反射素子で構成したとしても、実質的にケーラー照明の条件を保ちながら、マスク上に照度が均一な円弧状の照明領域を効率良く形成することができる。

【0114】また、図8に示す第2の実施の形態では、第1及び第2の反射素子群(20a、20b)を構成する各反射素子(E₁、E₂)及びコンデンサー光学系を構成するコンデンサーミラー3を共に偏心した球面状の反射面とした例を述べたが、これらを非球面とすることもできることは言うまでもない。また、図8に示す第2の実施の形態では、コンデンサー光学系3の光軸A_{xc}と投影系6の光軸A_{xp}とが互いに直交するように、コンデンサー光学系3と投影系6とを配置した例を示したが、図13に示すように、偏向ミラー(平面ミラー)4の配置を変更して、物理的な配置上においても、コンデンサー光学系3の光軸A_{xc}と投影系6の光軸A_{xp}とが同軸となるように、コンデンサー光学系3と投影系6とを配置しても良い。

【0115】さて、次に、図14及び図15を参照しながら図8に示した第2の実施の形態の変形例について説明する。本例では、図9の(a)及び(b)に示した第1及び第2の反射素子群(20a、20b)での照明効率をより一層改善するために、図8に示した第1及び第2の反射素子群(20a、20b)を図14及び図15に示す構成としたものである。

【0116】まず、第1の反射素子群20aの構成について説明すると、図14の(a)に示すように、第1の反射素子群20aは、円弧状の輪郭(外形)を有する多

数の第1の反射素子がZ方向に沿って多数配列された第2の反射素子の列をY方向に沿って3列有している。第1番目の反射素子の列G_{E11}は多数の反射素子(E_{11a}～E_{11v})で構成されている。そして、この第1番目の反射素子の列G_{E11}は、第1番目の反射素子の列の中心(各反射素子の中心)を横切りZ軸と平行な軸A₁を中心に、第1番目の反射素子の列G_{E11}を構成する任意の反射素子がそれぞれ所定量だけ回転させた状態で配列されている。

【0117】また、第2番目の反射素子の列G_{E12}は多数の反射素子(E_{12a}～E_{12y})で構成されている。そして、この第2番目の反射素子の列G_{E12}は、第2番目の反射素子の列の中心(各反射素子の中心)を横切りZ軸と平行な軸A₂を中心に、第2番目の反射素子の列G_{E12}を構成する任意の反射素子がそれぞれ所定量だけ回転させた状態で配列されている。

【0118】さらに、第3番目の反射素子の列G_{E13}は多数の反射素子(E_{13a}～E_{13v})で構成されている。そして、この第3番目の反射素子の列G_{E13}は、第3番目の反射素子の列の中心(各反射素子の中心)を横切りZ軸と平行な軸A₃を中心に、第3番目の反射素子の列G_{E13}を構成する任意の反射素子がそれぞれ所定量だけ回転させた状態で配列されている。

【0119】次に、第2の反射素子群20aの構成について説明すると、図14の(b)に示すように、第2の反射素子群20bは、ほぼ正方形の輪郭(外形)を有する多数の第2の反射素子E₂がZ方向に沿って多数配列された反射素子の列をY方向に沿って9列有している。そして、第2の反射素子群20bは、図14の(b)の下側の列から順に、第1列～第3列までの3列の反射素子列からなる第1の部分群G_{E21}と、第4列～第6列までの3列の反射素子列からなる第2の部分群G_{E22}と、第7列～第9列までの3列の反射素子列からなる第3の部分群G_{E23}とを有している。

【0120】ここで、第1の部分群G_{E21}を構成する各反射素子E₂の表面には、前述の第1の反射素子群20a中の第1番目の反射素子の列G_{E11}の各反射素子(E_{11a}～E_{11v})によって集光された光源像がそれぞれ形成される。また、第2の部分群G_{E22}を構成する各反射素子E₂の表面には、前述の第1の反射素子群20a中の第2番目の反射素子列G_{E12}の各反射素子(E_{12a}～E_{12y})によって集光された光源像がそれぞれ形成される。

【0121】さらに、第3の部分群G_{E23}を構成する各反射素子E₂の表面には、前述の第1の反射素子群20a中の第3番目の反射素子列G_{E13}の各反射素子(E_{13a}～E_{13v})によって集光された光源像がそれぞれ形成される。具体的には、図15に示すように、第1番目の反射素子列G_{E11}を構成する各反射素子(E_{11a}～E_{11k})は、第1番目の反射素子列の中心(各反射素子の

中心 $C_{1a} \sim C_{1k}$ を横切りZ軸と平行な軸 A_1 を中心に、第1番目の反射素子の列 G_{E1} を構成する任意の反射素子がそれぞれ所定量だけ回転させた状態で配列されている。

【0122】例えば、反射素子 E_{11a} は、軸 A_1 を中心に右回り（反時計回り）に所定量（微小量）だけ回転した状態で固設されており、この反射素子 E_{11a} は、第1の部分群 G_{E21} の第3列目の最も上方の反射素子 E_2 上において、ある大きさを持つ円形状の光源像 I_a を形成する。また、反射素子 E_{11f} は、軸 A_1 を中心に左回り（時計回り）に所定量（微小量）だけ回転した状態で固設されており、この反射素子 E_{11f} は、第1の部分群 G_{E21} の第1列目の上から2番目の反射素子 E_2 上において、ある大きさを持つ円形状の光源像 I_f を形成する。

【0123】また、反射素子 E_{11k} は、軸 A_1 を中心に回りに回転されることなく固設されており、この反射素子 E_{11k} は、第1の部分群 G_{E21} の第2列目の上から4番目の反射素子 E_2 上において、ある大きさを持つ円形状の光源像 I_k を形成する。この時の反射素子 E_{11k} の光軸と第1の部分群 G_{E21} を構成する各反射素子の光軸とは互いに平行となっている。

【0124】この様な図15に示す構成は、第1の反射素子群20a中の第2番目の反射素子列 G_{E12} と第2の部分群 G_{E22} との間、及び第1の反射素子群20a中の第3番目の反射素子列 G_{E13} と第2の部分群 G_{E23} との間でも同様である。以上のように、図14及び図15に示す第1及び第2の反射素子（20a、20b）の構成によれば、図9に示した第1及び第2の反射素子（20a、20b）の構成に比べて、第2の反射素子の輪郭（外形）によって大きさのある光源像が遮光されにくい、照明効率を向上させることができる。

【0125】以上の第1及び第2の実施の形態では、多光源形成手段の少なくとも1部を構成する第1の反射素子群中の円弧状の輪郭（外形）を持つ反射素子（ E 、 E_1 ）が、その素子の光軸（ A_{xE} 、 A_{xE1} ）に対して偏心した偏心ミラーで構成されているため、ある像高（光軸からのある高さ）における円弧領域のみでの収差補正をすれば良いため、非偏心反射素子を設計する場合よりも光学設計上の制約条件が大幅に緩和される。それによって、第1の反射素子群中の反射素子にて発生する収差を十分に抑えることができる。従って、マスク5等の被照射面において、非常に良好なる均一な円弧照明が実現できるという利点がある。

【0126】さらに、コンデンサー光学系も偏心ミラー系で構成することにより、コンデンサー光学系にて発生する収差も十分に抑えることができるため、以上の利点を相乗的に得ることができる。なお、コンデンサー光学系は1枚の偏心ミラーで構成することができるが、複数枚の偏心ミラーで構成することも可能である。なお、第1及び第2の実施の形態にて示した第1の反射素子群と

第2の反射素子群とのうちの少なくとも一方を微小量だけ傾斜させるように構成すれば、被照射面上に形成される円弧状の照明領域での照度分布等を調整することができる。さらには、コンデンサー光学系を構成する少なくとも1つの偏心ミラーを所定方向（コンデンサー光学系の光軸又はその光軸と直交する方向）へ微小量だけ移動、あるいは傾斜させるように構成し、弧状の照明領域での照度分布等を調整しても良い。

【0127】また、良好なる照明領域を保ちながら装置をコンパクトに構成するためには、第2の実施の形態における第1の反射素子群20a及びコンデンサー光学系3も前述した条件式（2）を関係を満足することが望ましい事は言うまでもない。さらに、また、以上の各実施の形態では、多光源形成光学系を構成する第1光学素子や第2の光学素子をそれぞれ反射ミラーで構成した例を示したが、これらを屈折性のレンズ素子で構成しても良い。この場合、第1光学素子を構成するレンズ素子の断面形状は、円弧とすることが良いことは言うまでもない。なお、以上の図9及び図14においては、多数の反射素子（ E_1 、 E_2 ）を隙間がないように稠密に配置して構成した第1光学素子群20a及び第2光学素子群20bをそれぞれ示した。しかしながら、図9（b）及び図14（b）に示す第2光学素子群においては、多数の反射素子 E_2 を必ずしも隙間がないように稠密に配置する必要はない。その理由について述べると、前述したように、第2光学素子群20b上またはその近傍には、各反射素子 E_2 にそれぞれ対応して多数の光源像が形成される。そして、これら光源像が各反射素子 E_2 の有効反射領域内に収まっている限り、光量損失を生じることはない。従って、第2光学素子群20b上またはその近傍において多数の光源像が隙間を持って離散的に形成される場合には、第2光学素子群における多数の反射素子 E_2 は隙間を持って離散的に配置することができる。

【0128】また、図1、図2、図8、図9、図13、図14及び図15に示す反射型オブティカルインテグレータは、所定の形状及び大きさを有する2次光源を形成する又は被照射物体（マスク5、基板7）を均一に照明する機能を持たせるために、少なくとも1以上の反射素子群（2、20a、20b）を有する構成としているが、反射素子群の代わりに反射型の回折光学素子を用いても良い。この場合、反射型オブティカルインテグレータは、少なくとも1以上の反射型の回折光学素子で構成することができる。なお、反射型オブティカルインテグレータを少なくとも1以上の反射型の回折光学素子で構成できることは、以下に述べる図16から図22に示す各実施の形態においても同様である。

【0129】ところで、図16には、図1に示した第1の実施の形態に係るステップ・アンド・スキャン方式により露光動作を行う投影露光装置の変形例を示している。図16に示す投影露光装置は、5nm～20nm程

度の軟X線領域の光（EUV光）を用いて、ステップ・アンド・スキャン方式により露光動作を行うものである。なお、図16において、図1に示した同一の機能を持つ部材には同一の符号を付してある。また、図16においては、マスク5の縮小像をウエハ7上に形成する投影系の光軸方向をZ方向とし、このZ方向と直交する紙面内方向をY方向とし、これらYZ方向と直交する紙面垂直方向をX方向とする。また、図16、後述する図17及び図19～図21に示す装置においては、図1及び図8に示したように、投影系6に対してマスクステージMSと基板ステージWSとを相対的に移動させる駆動装置（D1、D2）は備えているが、図17及び図19～図21において、マスクステージMS及び駆動装置（D1、D2）を図示することは省略する。

【0130】さて、図16に示すように、露光装置は、投影原版（マスク）としての反射型マスク5に描画された回路パターンの一部の像を投影系6を介して基板としてのウエハ7上に投影しつつ、マスク5とウエハ7とを投影光学系9に対して1次元方向（Y方向）に相対走査することによって、マスク5の回路パターンの全体をウエハ7上の複数のショット領域の各々にステップアンドスキャン方式で転写するものである。

【0131】ここで、図16に示すように、露光用の照明光である軟X線は、大気に対する透過率が低いため、EUV光が通過する光路は真空チャンバー100により覆われて外気より遮断されている。レーザ光源10は、赤外域～可視域の波長のレーザ光を供給する機能を有し、例えば半導体レーザ励起によるYAGレーザやエキシマレーザなどを適用できる。このレーザ光は集光光学部材11により集光されて、位置13に集光する。ノズル12は気体状の物体を上記集光位置13へ向けて噴出し、この噴出された物体は位置3において高強度のレーザ光を受ける。このとき、噴出された物体がレーザ光のエネルギーで高温になり、プラズマ状態に励起され、低ポテンシャル状態へ遷移する際にEUV光を放出する。

【0132】この位置3の周囲には、楕円鏡14が配置されており、この楕円鏡14は、その第1焦点が上記集光位置13とほぼ一致するように位置決めされている。楕円鏡14の内表面には、EUV光を反射するための多層膜が設けられており、ここで反射されたEUV光は、楕円鏡14の第2焦点で一度集光した後、放物面鏡（コリメーター反射鏡）15へ向かう。この反射鏡15は、その焦点が楕円鏡14の第2焦点位置とほぼ一致するように位置決めされており、その内表面には、EUV光を反射するための多層膜が設けられている。

【0133】放物面鏡15から射出されるEUV光は、ほぼコリメートされた状態でオプティカルインテグレートとしての反射型フライアイ光学系2へ向かう。なお、集光光学部材11、楕円鏡14及び放物面鏡15によって集光光学系が構成されている。この反射型フライアイ

光学系2は、複数の反射面（複数の反射素子E1の反射面）を集積してなる第1の反射素子群20aと、第1の反射素子群20aの複数の反射面と対応した複数の反射面（複数の反射素子E2の反射面）を有する第2の反射素子群20bとで構成されている。これら第1及び第2の反射素子群20a、20bを構成する複数の反射面上にもEUV光を反射させるための多層膜が設けられている。

【0134】ここで、反射型フライアイ光学系2を構成する一方の第2反射素子群120bの反射面位置またはその近傍の位置には、反射型マスク5を照明する光束の開口数（照明系の開口数）を可変とするための第1の可変開口絞りAS1が設けられている。この第1の可変開口絞りAS1は、ほぼ円形状の可変の開口部を有しており、第1の駆動系DR1によって、第1の可変開口絞りAS1の開口部の開口径が可変となっている。

【0135】さて、放物面鏡15からのコリメートされたEUV光は、第1の反射素子群20aにより波面分割され、各々の反射面からのEUV光が集光されて複数の光源像が形成される。これら複数の光源像が形成される位置の近傍のそれぞれには、第2の反射素子群20bの複数の反射面が位置決めされており、これら第2の反射素子群20bの複数の反射面は、実質的にフィールドミラーの機能を果たす。このように、反射型フライアイ光学系2は、放物面鏡15からの略平行光束に基づいて、2次光源としての多数の光源像を形成する。

【0136】さて、反射型フライアイ光学系2により形成された2次光源からのEUV光は、この2次光源位置の近傍が焦点位置となるように位置決めされたコンデンサミラー3へ向かい、このコンデンサミラー3にて反射集光された後に、光路折り曲げミラー4を介して、反射型マスク5上に達する。これらコンデンサミラー3及び光路折り曲げミラーの表面には、EUV光を反射させる多層膜が設けられている。そして、コンデンサミラー3は、2次光源から発するEUV光を集光して、反射型マスク5上の所定の照明領域を重畳的に均一照明する。

【0137】そして、反射型マスク5上には、EUV光を反射する多層膜のパターンが設けられており、この反射型マスク5から反射したEUV光が投影系6によって結像されることにより、反射型マスク5の像が感光性基板としてのウエハ7上に転写される。なお、本実施形態では、反射型マスク5へ向かう照明光と、該反射型マスク5にて反射されて投影系6へ向かうEUV光との光路分離を空間的に行うために、照明系は非テレセントリック系であり、かつ投影系6もマスク側非テレセントリックな光学系としている。

【0138】また、投影系6の構成は、図1に示した投影系6の構成と同一であるため説明を省略するが、図16に示す投影系6を構成する4枚のミラー（6a～6d）の表面には、EUV光を反射させる多層膜が設けら

れている。ところで、図17における投影系6の瞳位置またはその近傍に配置にはミラー6cが配置されているが、このミラー6cの反射面またはその近傍には、投影系6の開口数を可変とする第2の可変開口絞りAS2が設けられている。この第2の可変開口絞りAS2は、ほぼ円形状の可変の開口部を有しており、第2の駆動系DR2によって、第2の可変開口絞りAS2の開口部の開口径が可変となっている。

【0139】ここで、照明系の開口数と投影系6の開口数との比（コヒーレンスファクター又は σ 値）を可変にすることについて説明する。なお、 σ 値とは、照明系の開口数をNA1とし、投影系6の開口数をNA2とすると、 $\sigma = \text{NA1} / \text{NA2}$ で定義される。ウエハ7に転写するパターンの微細度やウエハ7に転写するパターンのプロセスによっては、照明系の開口数と投影系6の開口数との比を可変にして、投影系6の解像力や焦点深度等を調整することが必要となる。このため、不図示の搬送装置によってウエハステージWSに順次載置される各ウエハ毎の露光条件に関する露光情報（露光情報を含むウエハの搬送マップ等）、及びマスクステージMS上に順次載置される各種のマスクの載置情報は、コンソール等の入力装置IUを介して、制御系としての制御装置8に入力される。この制御装置8は、ウエハステージWS上にウエハ7が載置される毎に、入力装置IUからの入力情報に基づいて、照明系の開口数と投影系6の開口数との比を変更するか否かを判別する。もし、制御装置8は、照明系の開口数と投影系6の開口数との比を変更する必要があると判断すると、制御装置8は、2つの駆動系（DR1、DR2）の内の少なくとも一方を駆動させて、第1の開口絞りAS1と第2の可変開口絞りAS2との内の少なくとも一方の開口径を可変とする。これにより、様々な露光条件のもとで適切な露光が達成できる。

【0140】なお、第1の開口絞りAS1の開口径を可変とすることに応じて、反射鏡15をこれとは異なる焦点距離を持つ反射鏡に交換することが望ましい。これにより、第1の開口絞りAS1の開口部の大きさに応じて、反射型フライアイ光学系2に入射するEUV光の光束径を変化させることができ、高照明効率を保ちながら適切な σ 値のもとでの照明が可能となる。

【0141】ところで、図16に示した実施の形態において、被照射物体としての反射マスク5又は感光性基板7での照明特性（照明分布、テレセントリシティ等）を良好とするための調整機構について説明する。

【0142】まず、基板ステージWSの一端に設けられた照明特性計測用センサーISは、計測された投影系6の結像面（又は露光視野）内での照明特性情報を検出する。その後、制御系8は、照明特性計測用センサーISでの計測結果に基づいて現在の照明特性が許容できるかを所定の演算を行った上で判断する。もし、計測さ

れた照明特性が許容できない場合には、制御系8は、上記計測結果に基づいて、照明特性の補正量を算出した上で、第1調整系（駆動系）AD1～第4調整系（駆動系）AD4の少なくとも1つを駆動させて、例えば、照度分布の補正及びテレセントリシティの補正を行う。

【0143】ここで、第1調整系AD1は、制御系8からの出力に基づいて、放物面鏡15の射出側のX軸と平行となる第5軸Ax5を中心として、矢印方向T5に示すように放物面鏡15を所定量だけ傾斜させる。これにより、基板7上に形成される円弧状照明領域IF（露光領域または投影系6の露光視野）におけるY方向に沿った回転対称な照度分布IDb2は補正され、照度分布IDb2は平坦になる（図23の（b）を参照）。

【0144】また、第2調整系AD2は、制御系8からの出力に基づいて、放物面鏡15の射出側の第5軸Ax5と直交する第6軸Ax6（Z軸と平行な軸）を中心として、矢印方向T6に示すように放物面鏡15を所定量だけ傾斜させる。これにより、基板7上に形成される円弧状照明領域IF（露光領域または投影系6の露光視野）におけるY方向に沿った傾斜成分を持つ照度分布IDc2は補正され、照度分布IDc2は平坦になる（図23の（c）を参照）。

【0145】また、第3調整系AD3は、制御系8からの出力に基づいて、反射型オプティカルインテグレータ2（20a、20b）及び第1の開口絞りAS1を照明光軸Axc（X方向）と直交した面（XZ平面）に沿って一体的に所定量だけ移動（偏心）させる。これにより、テレセントリシティの傾斜成分（傾斜テレセン）は補正される（図24の（b）を参照）。

【0146】また、第4調整系AD4は、制御系8からの出力に基づいて、反射型オプティカルインテグレータ2（20a、20b）及び第1の開口絞りAS1を照明光軸Axcに沿った方向（Y方向）に一体的に所定量だけ移動させる。これにより、光軸からの位置に応じて等方的に発生するテレセントリシティの変化（倍率テレセン）は補正される（図24の（c）を参照）。

【0147】なお、図16に示す第5軸Ax5及び第6軸Ax6は互いに直交する関係を満たしていれば、第5軸Ax5はX軸と平行となる任意の位置に、また第6軸Ax6はZ軸と平行となる任意の位置に設定にそれぞれ設定することができる。また、図23における走査方向DI1は図16に示した例ではY方向に対応し、図23における非走査方向DI2（走査方向DI1と直交した方向）は図1に示した例ではX方向に対応する。

【0148】以上のように、第1調整系（駆動系）AD1～第4調整系（駆動系）AD4の少なくとも1つを駆動させることにより、基板上に形成される円弧状の露光視野（露光領域）での照明特性を良好に補正することができる。

【0149】なお、以上の照明特性の調整動作は、上述

した図25の調整フローと同一であるため説明は省略するが、図16に示す制御系8が4つの調整系(AD₁~AD₄)を制御することなく、それら4つの調整系(AD₁~AD₄)を作業者が調整できる機械的な又は電氣的な調整機構としても良い。この場合、照明特性計測用センサーIS(照明特性計測装置)による計測結果に基づいて作業者が4つの調整系(AD₁~AD₄)を介して照度分布の補正及びテレセントリシティの補正を行うことができる。

【0150】また、図16では、基板ステージWSの一端に設けられた照明特性計測用センサーISを用いて投影系6の結像面(又は露光視野)で照明特性を計測した例を説明したが、マスクステージMSに一端に照明特性計測用センサーISを設けて、この照明特性計測用センサーISを用いて照明系(1~4)の照明領域IF内の2次元的な照明特性を計測するようにしても良い。この計測においては、照明特性計測用マスクを不要とすることができる。

【0151】また、図16に示す露光装置において、反射型マスク5上またはウエハ7上での光照度分布が傾斜するような不均一な分布となっている場合には、反射型フライアイ光学系2に入射するEUV光等の光束を、反射素子群20aを横切るように、偏心させることによって光照度分布の傾きを補正することも可能である。例えば、放物面鏡15を僅かに偏心させることにより、光照度分布の傾きが補正できる。すなわち、反射型マスク5の表面又はウエハ表面上に形成される円弧状の照明領域の左右方向(X方向)において光照度分布の傾きが生じている場合には、放物面鏡15をX方向へ移動させることにより、光照度分布の傾きを補正することができる。また、反射型マスク5の表面又はウエハ表面上に形成される円弧状の照明領域の幅方向(Z方向)における中央部と周辺部とで照度が異なる場合には、放物面鏡15をZ方向へ移動させることにより、光照度分布の傾きを補正することができる。

【0152】なお、第1の開口絞りAS1と第2の可変開口絞りAS2との内の少なくとも一方の開口径を可変とすることにより、ウエハ7やマスク5に形成される円弧状の照明領域の照明ムラ等の発生に伴う照明状態が悪化することがある。この時には、放物面鏡15、反射型フライアイ光学系2及びコンデンサミラー3の内の少なくとも1つの光学部材を僅かに移動させて、円弧状の照明領域の照明ムラ等を補正することが望ましい。

【0153】さて、次に、図17を参照しながら図16に示した投影露光装置の第1の変形例を説明する。図17において、図16に示す部材と同じ機能を持つ部材には同じ符号を付してある。前述の図16に示した露光装置と図17に示す露光装置との第1の差異は、反射型フライアイ光学系2を構成する一方の第2反射素子群20bの反射面位置またはその近傍の位置に配置された第1

の開口絞りAS1の代わりに、図18に示すように、互いに形状や大きさが異なる複数の開口絞り(50a~50f)が形成されたターレット板51を設け、第1駆動系DR1によって所定の回転軸52を中心としてターレット板51を回転可能に設けた点である。

【0154】また、図16に示した露光装置に対する第2の差異は、放物面鏡15と反射型フライアイ光学系2を構成する一方の第1反射素子群20aとの間の光路中において、円形状の光束断面を持つEUV光を輪帯状(リング状)の光束断面を有するEUV光に変換する輪帯光束変換ユニット60が照明光路に対して挿脱可能に設けられている点である。

【0155】この輪帯光束変換ユニット60は、リング状の反射面を持つ第1反射部材60a及び円錐状の反射面を持つ第2反射部材60bとを有している。反射型フライアイ光学系2に入射する輪帯状(リング状)のEUV光における輪帯の内径と輪帯の外径との比(所謂、輪帯比)を可変とするために、第1反射部材60aと第2反射部材60bとは、照明光路に沿って相対的に移動可能に設けられている。

【0156】なお、照明光路に対する輪帯光束変換ユニット60の挿脱及び照明光路に沿った第1反射部材60aと第2反射部材60bとの相対移動は、第3駆動系DR3によって行われる。ここで、図17及び図18を参照しながら、ターレット板51及び輪帯光束変換ユニット60について詳述する。

【0157】複数の開口絞りを有するターレット板51は、図18に示す如く、所定の軸52を中心として回転可能に設けられている。図示の如く、ターレット板51上には、それぞれ開口部の形状が異なる開口絞り50a~50fが設けられている。ここで、開口絞り50aは、輪帯形状(ドーナツ状)の開口部を持つ開口絞りであり、開口絞り50bと開口絞り50eとは、それぞれ開口径の異なる円形状の開口部を持つ開口絞りである。また、開口絞り50cは、4つの扇形の開口部を有する開口絞りであり、開口絞り50dは、4つの円形状の開口部を有する開口絞りである。そして、開口絞り50fは、開口絞り50aとは異なる輪帯比(輪帯形状の開口部の外径と内径との比率)を持つ開口絞りである。

【0158】図17において、入力装置IUは、マスク5やウエハ7上での照明方法の選択するために必要な情報を入力するためのものである。例えば、入力装置IUは、ウエハ7に転写するパターンの微細度やウエハ7に転写するパターンのプロセスに応じて、不図示の搬送装置によって順次載置される各ウエハ毎の露光条件に関する露光情報(露光情報を含むウエハの搬送マップ等)、及びマスクステージMS上に順次載置される各種のマスクの載置情報を入力するためのものである。

【0159】図17に示す例では、入力装置IUからの入力情報に基づいて、制御装置8は、「第1の輪帯照

明」、「第2の輪帯照明」、「第1の通常照明」、「第2の通常照明」、「第1の特殊傾斜照明」及び「第2の特殊傾斜照明」の選択が可能となっている。ここで、

「輪帯照明」とは、反射型フライアイ光学系2によって形成される2次光源の形状を輪帯状（ドーナツ状）にすることによって、反射型マスク6及びウエハ7に対してEUV光を斜め方向から照明し、これによって、投影系6が本来持つ解像力及び焦点深度を向上させようとするものである。また、「特殊傾斜照明」とは、反射型フライアイ光学系2によって形成される2次光源をその中心から所定の距離だけ偏心した離散的な複数の偏心光源にすることによって、反射型マスク6及びウエハ7に対してEUV光を斜め方向から照明し、投影系6が本来持つ解像力及び焦点深度をより一層向上させようとするものである。また、「通常照明」とは、反射型フライアイ光学系2によって形成される2次光源の形状をほぼ円形状にすることによって、最適な σ 値のもとでマスク5やウエハ7上を照明しようとするものである。

【0160】さて、制御装置8は、入力装置1Uからの入力情報に基づいて、ターレット板51を回転させる第1駆動系DR1と、投影系6の開口絞りAS2の開口径を変化させる第2駆動系DR2と、輪帯光束変換ユニット60を照明光路に対する挿脱及び輪帯光束変換ユニット60における2つの反射部材(60a、60b)との相対間隔を変化させる第3駆動系DR3との制御を行なう。

【0161】以下、この制御装置8の動作について詳述する。マスク5上での照明状態を通常照明に設定する場合には、制御装置8は、入力装置1Uからの入力情報に基づいて、「第1の通常照明」または「第2の通常照明」を選択する。ここで、「第1の通常照明」と「第2の通常照明」との違いは、 σ 値が異なる点である。

【0162】例えば、制御装置8が「第1の通常照明」を選択した場合には、制御装置8は、反射型フライアイ光学系2の一方を構成する第2光学素子群20bの射出側に形成される2次光源（多数の光源像）の位置に開口絞り50eが位置するように、第1駆動系DR1を駆動してターレット板51を回転させる。これと同時に、制御装置8は、必要に応じて、第2駆動系DR2を介して投影系6中の第2の開口絞りの開口径を変化させる。この時、輪帯光束変換ユニット60が照明光路中に設定されている場合には、制御装置8は、第3駆動系DR3を介して輪帯光束変換ユニット60を照明光路から退避させる。

【0163】以上に述べた照明系の設定状態のもとで、EUV光を反射型マスク5のパターンを照明すると、適切な「第1の通常照明」の条件（適切な σ 値）のもとで、反射型マスク5のパターンを投影系6を介して感光性基板（ウエハ）7に露光することができる。また、制御装置8が「第2の通常照明」を選択した場合には、制

御装置8は、反射型フライアイ光学系2の一方を構成する第2光学素子群20bの射出側に形成される2次光源（多数の光源像）の位置に開口絞り50bが位置するように、第1駆動系DR1を駆動してターレット板51を回転させる。これと同時に、制御装置8は、必要に応じて、第2駆動系DR2を介して投影系6中の第2の開口絞りの開口径を変化させる。この時、輪帯光束変換ユニット60が照明光路中に設定されている場合には、制御装置8は、第3駆動系DR3を介して輪帯光束変換ユニット60を照明光路から退避させる。

【0164】以上に述べた照明系の設定状態のもとで、EUV光を反射型マスク5のパターンを照明すると、適切な「第2の通常照明」の条件（第1の通常照明の時よりも大きな σ 値）のもとで、反射型マスク5のパターンを投影系6を介して感光性基板（ウエハ）7に露光することができる。なお、図16の例で述べたように、図17の例においても、第1の開口絞りAS1の開口径を可変とすることに応じて、反射鏡15をこれとは異なる焦点距離を持つ反射鏡に交換することが望ましい。これにより、第1の開口絞りAS1の開口部の大きさに応じて、反射型フライアイ光学系2に入射するEUV光の光束径を変化させることができ、高照明効率を保ちながら適切な σ 値のもとでの照明が可能となる。

【0165】また、反射型マスク5に対する照明を傾斜照明に設定する場合には、制御装置8は、入力装置1Uからの入力情報に基づいて、「第1の輪帯照明」、「第2の輪帯照明」、「第1の特殊傾斜照明」及び「第2の特殊傾斜照明」のうちの何れかに1つを選択する。ここで、「第1の輪帯照明」と「第2の輪帯照明」との違いは、輪帯状に形成される2次光源の輪帯比が異なる点である。また、「第1の特殊傾斜照明」と「第2の特殊傾斜照明」との違いは、2次光源の分布が異なる点である。すなわち、「第1の特殊傾斜照明」における2次光源は、4つの扇状の領域に分布しており、「第2の特殊傾斜照明」における2次光源は、4つの円形状の領域に分布している。

【0166】例えば、「第1の輪帯照明」が選択された場合には、制御装置8は、反射型フライアイ光学系2の一方を構成する第2光学素子群20bの射出側に形成される2次光源（多数の光源像）の位置に開口絞り50aが位置するように、駆動系DR1を駆動させてターレット板51を回転させる。また、「第2の輪帯照明」が選択された場合には、制御装置8は、反射型フライアイ光学系2の一方を構成する第2光学素子群20bの射出側に形成される2次光源（多数の光源像）の位置に開口絞り50fが位置するように、駆動系DR1を駆動させてターレット板51を回転させる。また、「第1の特殊傾斜照明」が選択された場合には、制御装置8は、反射型フライアイ光学系2の一方を構成する第2光学素子群20bの射出側に形成される2次光源（多数の光源像）の

位置に開口絞り50cが位置するように、駆動系DR1を駆動させてターレット板51を回転させる。また、「第2の特殊傾斜照明」が選択された場合には、制御装置8は、反射型フライアイ光学系2の一方を構成する第2光学素子群20bの射出側に形成される2次光源（多数の光源像）の位置に開口絞り50dが位置するように、駆動系DR1を駆動させてターレット板51を回転させる。

【0167】以上の4つの開口絞り（50a、50c、50d、50f）のうちのいずれか1つが照明光路中に設定されると、これと同時に、制御装置8は、必要に応じて、第2駆動系DR2を介して投影系6中の第2の開口絞りの開口径を変化させる。次に、制御装置8は、第3駆動系DR3を介して、輪帯光束変換ユニット60の照明光路への設定及び輪帯光束変換ユニット60の調整を行う。この輪帯光束変換ユニット60の設定及び調整の動作は以下に行われる。

【0168】まず、輪帯光束変換ユニット60が照明光路中に設定されていない場合には、制御装置MCUは、第3駆動系DR3を介して輪帯光束変換ユニット60を照明光路中へ設定する。次に、反射型フライアイ光学系2の一方を構成する第2光学素子群20bの射出側に設定された4つの開口絞り（50a、50c、50d、50f）の内の1つの開口絞りの開口部に輪帯光束が効率良く導かれるように、制御装置MCUは、第3駆動系DR3を介して、輪帯光束変換ユニット60中の2つの反射部材（60a、60b）の相対的な間隔を変化させる。これによって、輪帯光束変換ユニット60は、これに入射する光束を適切な輪帯比を持つ輪帯光束に変換することができる。

【0169】以上の輪帯光束変換ユニット60の設定及び調整によって、反射型フライアイ光学系2に形成される2次光源は、4つの開口絞り（50a、50c、50d、50f）の各々の開口部に見合った適切な輪帯比を持つ輪帯状の2次光源とすることができるため、高い照明効率のもとで反射マスク及びウエハ7を傾斜照明することができる。

【0170】なお、ターレット板51の回転によって互いに形状や大きさが異なる複数の開口絞り（50a～50f）が照明光路内に設定された場合、ウエハ7やマスク5に形成される円弧状の照明領域の照明ムラ等の照明状態が変化することがある。この時には、放物面鏡15、反射型フライアイ光学系2及びコンデンサーミラー3の内の少なくとも1つの光学部材を僅かに移動させて、円弧状の照明領域の照明ムラを補正することが望ましい。

【0171】また、図17に示す例では、入力装置IUを介して照明条件等の情報を制御装置8に入力しているが、反射マスク5上の情報を読み取る検知部を設けても良い。このとき、レチクルRの回路パターン領域外の

位置に、例えばバーコード等で照明方法に関する情報を記録する。検知部は、この照明条件に関する情報を読み取って、制御装置8へ伝達する。制御装置8は、照明条件に関する情報に基づいて、上述の如く、3つの駆動装置（DR1～DR3）を制御する。

【0172】また、図17に示す例においては、反射型フライアイ光学系2によって形成される2次光源の位置に開口絞りを設けているが、4つの偏心開口を持つ開口絞り（50c、50d）による照明を不要とし、「輪帯照明」及び「通常照明」を行う場合には、ターレット板51に形成されている多数の開口絞りは、本発明の原理から容易に理解できるように本発明の必須のものではない。

【0173】また、光束変換ユニット60において、第1反射部材60aの反射面を互いに対向かつ互いに傾斜配置された2対の平面ミラー素子で構成し、第2反射部材60aの反射面を四角柱状に構成することによって、偏心した4つの光束を形成することができる。これにより、反射型フライアイ光学系2によって形成される2次光源をその中心から偏心した4極の2次光源とすることができる。従って、4つの偏心開口を持つ開口絞り（50c、50d）の開口部に見合うようにEUV光を導くことができる。

【0174】ところで、図17に示した実施の形態において、被照射物体としての反射マスク5又は感光性基板7での照明特性（照明分布、テレセントリシティ等）を良好とするための調整機構について説明する。

【0175】まず、基板ステージWSの一端に設けられた照明特性計測用センサーISは、計測された投影系6の結像面（又は露光視野）内での照明特性情報を検出する。その後、制御系8は、照明特性計測用センサーISでの計測結果に基づいて現在の照明特性が許容できるかを所定の演算を行った上で判断する。もし、計測された照明特性が許容できない場合には、制御系8は、上記計測結果に基づいて、照明特性の補正量を算出した上で、第1調整系（駆動系）AD1～第4調整系（駆動系）AD4の少なくとも1つを駆動させて、例えば、照度分布の補正及びテレセントリシティの補正を行う。

【0176】ここで、第1調整系AD1は、制御系8からの出力に基づいて、放物面鏡15の射出側でのX軸と平行となる第5軸Ax5を中心として、矢印方向T5に示すように放物面鏡15を所定量だけ傾斜させる。これにより、基板7上に形成される円弧状照明領域IF（露光領域または投影系6の露光視野）におけるY方向に沿った回転対称な照度分布IDb2は補正され、照度分布IDb2は平坦になる（図23の（b）を参照）。

【0177】また、第2調整系AD2は、制御系8からの出力に基づいて、放物面鏡15の射出側での第5軸Ax5と直交する第6軸Ax6（Z軸と平行となる軸）を中心として、矢印方向T6に示すように放物面鏡15を

所定量だけ傾斜させる。これにより、基板7上に形成される円弧状照明領域IF（露光領域または投影系6の露光視野）におけるY方向に沿った傾斜成分を持つ照度分布ID_αは補正され、照度分布ID_αは平坦になる（図23の（c）を参照）。

【0178】また、第3調整系AD₃は、制御系8からの出力に基づいて、反射型オプティカルインテグレータ2（20a、20b）及びターレット板52（第1駆動系D1及び回転軸52を含む）を照明光軸A_xc（Y方向）と直交した面（XZ平面）に沿って一体的に所定量だけ移動（偏心）させる。これにより、テレセントリシティの傾斜成分（傾斜テレセン）は補正される（図24の（b）を参照）。

【0179】また、第4調整系AD₄は、制御系8からの出力に基づいて、反射型オプティカルインテグレータ2（20a、20b）及びターレット板52（第1駆動系D1及び回転軸52を含む）を照明光軸A_xcに沿った方向（Y方向）に一体的に所定量だけ移動させる。これにより、光軸からの位置に応じて等方的に発生するテレセントリシティの変化（倍率テレセン）は補正される（図24の（c）を参照）。

【0180】なお、図17に示す第5軸A_x5及び第6軸A_x6は互いに直交する関係を満たしていれば、第5軸A_x5はX軸と平行となる任意の位置に、また第6軸A_x6はZ軸と平行となる任意の位置に設定にそれぞれ設定することができる。

【0181】以上のように、第1調整系（駆動系）AD₁～第4調整系（駆動系）AD₄の少なくとも1つを駆動させることにより、基板上に形成される円弧状の露光視野（露光領域）での照明特性を良好に補正することができる。

【0182】なお、以上の照明特性の調整動作は、上述した図25の調整フローと同一であるため説明は省略するが、図17に示す制御系8が4つの調整系（AD₁～AD₄）を制御することなく、それら4つの調整系（AD₁～AD₄）を作業者が調整できる機械的な又は電気的な調整機構としても良い。この場合、照明特性計測用センサーIS（照明特性計測装置）による計測結果に基づいて作業者が4つの調整系（AD₁～AD₄）を介して照度分布の補正及びテレセントリシティの補正を行うことができる。

【0183】また、図17では、基板ステージWSの一端に設けられた照明特性計測用センサーISを用いて投影系6の結像面（又は露光視野）で照明特性を計測した例を説明したが、マスクステージMSに一端に照明特性計測用センサーISを設けて、この照明特性計測用センサーISを用いて照明系（1～4）の照明領域IF内の2次元的な照明特性を計測するようにしても良い。この計測においては、照明特性計測用マスクを不要とすることができる。

【0184】なお、図17に示す輪帯光束変換ユニット60を反射型の回折光学素子で構成し、この反射型の回折光学素子の回折作用によって入射光を輪帯光束に変換することが可能である。さらに、複数の反射型の回折光学素子で輪帯光束変換ユニット60を構成すれば、輪帯比を変化させることも可能である。この場合、例えば、複数の反射型の回折光学素子の間隔を可変とすることで輪帯比を変化させることができる。

【0185】さらに、反射型インテグレータ2の入射側において、4極光束形成ユニットとしての4極照明用の反射型回折光学素子を配置し、この反射型の回折光学素子の回折作用によって入射光を4つの光束に変換することが可能である。これにより、特殊傾斜照明と呼ばれる4極照明を行うことができる。この場合、相対的に間隔を可変な複数の反射型の回折光学素子で4極光束形成ユニットを構成し、これにより入射光を4つの光束に変換すれば、瞳面に形成される4つの光強度分布を瞳中心に対して放射方向に変化させる事ができる。さらに、輪帯光束変換ユニット60及び4極光束形成ユニットとを照明光路に対して挿脱可能に構成すれば、輪帯照明、4極照明あるいは通常照明を高い照明効率のもとで選択的に行うことができる。さらには、特殊傾斜照明は4極照明に限ることなく、入射光を複数（2個、4個、8個・・・2N個：但し、Nは1以上の整数）の光束に変換する多極光束形成ユニットを用いて多極照明しても良い。この場合、多極光束形成ユニットは少なくとも1つの反射型の回折格子を含む構成とする事が好ましい。

【0186】さらに、多極光束形成ユニットを反射型の回折光学素子で構成することに加え、反射型オプティカルインテグレータを少なくとも1以上の反射型の回折光学素子で構成しても良いことは勿論である。

【0187】さて、次に、図19を参照しながら図16に示した投影露光装置の第2の変形例を説明する。なお、図16に示す部材と同じ機能を持つ部材には同じ符号を付してある。また、図19、後述する図20及び図21に示す装置においては、図16及び図17に示したように、各部材及び各システム（MS、WS、AS1又は51、AS2、DR1、DR2、IU、8、AD1～AD4、IS）を備えているが、これらを図19～図21にて図示することは省略する。なお、図19～図21に示す装置において、感光性基板7での照明特性（照明分布、テレセントリシティ等）を調整するための調整機構の構成及び調整動作は、図16に示した例と同じであるため説明は省略する。但し、図19に示す装置では、第3調整装置AD3による傾斜テレセン及び第4調整装置AD4による倍率テレセン調整は、共に主反射型オプティカルインテグレータとしての主反射型フライアイ2（20a、20b）の移動で行われる。

【0188】前述の図16に示した露光装置と図19に示す露光装置との差異は、コリメートミラーとしての反

射鏡15とオブティカルインテグレータ(多光源形成光学系)2としての反射型フライアイ光学系2との光路中に、補助オブティカルインテグレータ(補助多光源形成光学系)としての補助反射型フライアイ光学系120、及びリレー光学系としてのリレーミラー110とをそれぞれ配置した点である。なお、光源側からの配置順序からみれば、補助反射型フライアイ光学系120を第1反射型フライアイ光学系(第1オブティカルインテグレータ、第1多光源形成光学系)とし、主反射型フライアイ光学系120を第2反射型フライアイ光学系(第2オブティカルインテグレータ、第2多光源形成光学系)として見ることもできる。また、第1及び第2反射型フライアイ光学系(2、120)は、少なくとも1つの反射型の回折格子を含む構成とすることができる。

【0189】図19に示す補助反射型フライアイ光学系120は、第1補助反射素子群120a、および第2補助反射素子群120bとを有している。ここで、補助反射型フライアイ光学系120の入射側に配置される第1補助反射素子群120aを構成する多数の反射素子E120aは、図9(a)や図14(a)に示す様に、主反射型フライアイ光学系2の入射側に配置されている第1反射素子群20aの全体形状(外形)と相似な形状で形成されることが望ましい。しかし、第1補助反射素子群120aを構成する多数の反射素子E120aを図9(a)及び図14(b)に示すような形状で構成すると、各反射素子E120aを隙間の無いように稠密に配置することが困難となる。このため、図22(a)に示すように、第1補助反射素子群120aを構成する多数の反射素子E120aは、ほぼ正方形となる形状でそれぞれ構成されている。また、図22(a)に示すように、第1補助反射素子群120aに入射する光束の断面はほぼ円形状となるため、この第1補助反射素子群120aの全体形状(外形)がほぼ円形となるように、多数の反射素子E120aは配列されている。これにより、第1補助反射素子群120aは高い照明効率のもとで多数の光源像(2次光源)を第2補助反射素子群120bの位置またはその近傍に形成することができる。

【0190】また、補助反射型フライアイ光学系120の射出側に配置される第2補助反射素子群120bの全体形状(外形)は、図9(b)や図14(b)に示す様に、主反射型フライアイ光学系2の射出側に配置されている第2反射素子群20bを構成する各反射素子E120bの形状とそれぞれ相似な形状で形成されることが望ましい。さらに、第2補助反射素子群120bを構成する各反射素子E120bは、これに対応する第1補助反射素子群120a中の反射素子E120aによって形成される光源像の形状と相似または光源像を全て受けるような形状であることが望ましい。

【0191】ここで、図19に示す例では、主反射型フライアイ光学系2は図14に示される構成であるものと

する。このため、主反射型フライアイ光学系2の射出側に配置されている第2反射素子群20bを構成する多数の反射素子E2は、図14(b)に示すように、ほぼ正方形の形状を有している。従って、補助反射型フライアイ光学系120中の第1補助反射素子群120aを構成する多数の反射素子E120aの各々によって形成される光源像をほぼ円形であるため、補助反射型フライアイ光学系120の射出側に配置される第2補助反射素子群120bの各反射素子E120bの形状は、図22(b)に示すように、ほぼ正方形に構成されている。また、主反射型フライアイ光学系2の射出側に配置されている第2反射素子群20bを構成する各反射素子E2の形状は図14

(b)に示すようにほぼ正方形であるため、補助反射型フライアイ光学系120の射出側に配置される第2補助反射素子群120bの全体形状(外形)は、図22

(b)に示すように、ほぼ正方形となるように多数の反射素子E120bが配列されている。

【0192】このように、図19に示す例では、第1及び第2補助反射素子群(120a、120b)を同じ反射素子群で構成することができるため、反射素子群の共用化により、製造コストを抑えることができる。なお、図19に示す主反射型フライアイ光学系120のマスク側の第2反射素子群20b及びコンデンサーミラー(コンデンサー光学系)3は、前述した条件式(2)の関係を満足している。

【0193】次に、2つの反射型フライアイ光学系(2、120)を配置したことによる作用について説明する。この2つの反射型フライアイ光学系(2、120)の配置によって、補助反射型フライアイ光学系120を構成する一方の反射素子群の反射素子の数Nと主反射型フライアイ光学系2を構成する一方の反射素子群の反射素子の数Mとの積($N \times M$)に対応する数の光源像が、主反射型フライアイ光学系2を構成する一方の第2反射素子群20bの表面またはその近傍に形成される。従って、主反射素子群20bの表面またはその近傍には、補助反射型フライアイ光学系120により形成される光源像(2次光源)よりもより一層多くの光源像(3次光源)が形成される。そして、主反射型フライアイ光学系2からの3次光源からの光は、反射マスク5及びウエハを重量的に円弧状に照明するため、図20に示す装置では、反射マスク5及びウエハ7上に形成される円弧状の照明領域での照度分布をより均一とすることができ、より一層、安定した露光が実現できる。

【0194】なお、2つの反射型フライアイ光学系(2、120)の間に配置されたリレーミラー(リレー光学系)110は、補助反射型フライアイ光学系120からの多数の光源像(2次光源)からの光束を集光して主反射型フライアイ光学系2へ導いている。そして、リレーミラー(リレー光学系)110は、補助反射型フライアイ光学系120における光源側の反射素子群のほぼ

表面と主反射型フライアイ光学系120における光源側の反射素子群のほぼ表面とを光学的に共役する機能を担っている。また、リレーミラー（リレー光学系）110は、補助反射型フライアイ光学系120におけるマスク側の反射素子群のほぼ表面と主反射型フライアイ光学系120におけるマスク側の反射素子群のほぼ表面とを光学的に共役とする機能を担っている。但し、補助反射型フライアイ光学系120における光源側の反射素子群のほぼ表面、及び主反射型フライアイ光学系120における光源側の反射素子群のほぼ表面は、被照射面としてのマスク5またはウエハ7と光学的に共役な位置にあり、また、補助反射型フライアイ光学系120におけるマスク側の反射素子群のほぼ表面、及び主反射型フライアイ光学系120におけるマスク側の反射素子群のほぼ表面は、投影系6の瞳または開口絞りASの位置と光学的に共役な位置にある。

【0195】ここで、図19に示した装置において、反射マスク5及びウエハ上に形る円弧状の照明領域での照度分布が傾斜している場合には、補助反射型フライアイ光学系120を移動（2つの反射素子群を一体的に移動）させることが望ましい。すなわち、主反射型フライアイ光学系2中の2つの反射素子群（120a、120b）をX方向またはZ方向に偏心させると、主反射型フライアイ光学系2が有するコマ収差の作用によって、照度分布の傾斜成分が補正でき、フラットな照度分布を得ることができる。

【0196】例えば、反射型マスク5の表面又はウエハ表面上に形成される円弧状の照明領域の左右方向（X方向）において光照度分布の傾きが生じている場合には、補助反射型フライアイ光学系120をX方向へ移動させることにより、光照度分布の傾きを補正することができる。また、反射型マスク5の表面又はウエハ表面上に形成される円弧状の照明領域の幅方向（Z方向）における中央部と周辺部とで照度が異なる場合には、補助反射型フライアイ光学系120をZ方向へ移動させることにより、光照度分布の傾きを補正することができる。

【0197】また、図19に示す露光装置による2つの反射型フライアイ光学系（2、120）による均一化効果が大きい場合には、放物面鏡15の傾斜や移動等による照度調整が期待できないこともある。この場合には、反射型コンデンサー光学系3を複数枚のミラーで構成し、その内の少なくとも1つを傾斜や移動させることにより、走査方向（Y方向、D1₁方向）や非走査方向（X方向、D1₂）での照度分布の傾斜成分を補正することができる。また、マスク5と反射型コンデンサー光学系3との間に配置された反射鏡4において、被照射面（マスク5のパターン面又は基板の被露光面）での照度を均一に補正できるような反射率特性（例えば、角度に応じて所定の反射率特性）を持つ反射面（反射膜）を形成しても良い。さらに、照明光路中に被照射面（マスク

5のパターン面又は基板の被露光面）での照度を均一に補正できるようなフィルターを配置しても良い。

【0198】さて、図19に示す露光装置が正常に反射型マスク5の像をウエハ7上に形成するためには、投影系6の入射瞳中央に、照明系の射出瞳の像（第2の反射型フライアイ光学系2により形成される3次光源の像）を無収差の状態で形成することが望まれる。この条件が満足されない場合には、照明系の射出瞳の位置を動かして、照明系のテレセン性の調整を行って、投影系6の入射瞳の位置との整合をとることが望ましい。例えば、主反射型フライアイ光学系（2つの反射素子群20a、20b）2及び第1の開口絞りAS1を一体的に移動させることにより、照明系のテレセン性の調整が行われ、投影系6の入射瞳の中央に照明系の射出瞳像の中央を一致させることができる。但し、主反射型フライアイ光学系2により形成される3次光源の位置に開口絞りAS1を設ける必要がない場合には、主反射型フライアイ光学系2中の2つの反射素子群（120a、120b）を一体的に移動させれば良い。

【0199】なお、以上にて説明した図16及び図17に示した例において、投影系6の入射瞳中央に照明系の射出瞳の像を合わせるためには、反射型フライアイ光学系（2つの反射素子群20a、20b）2及び第1の開口絞りAS1を一体的に移動させることにより、投影系6の入射瞳の中央に照明系の射出瞳像の中央を一致させることができる。また、図16及び図17に示した反射型フライアイ光学系2により形成される2次光源の位置に開口絞りAS1を設ける必要がない場合には、反射型フライアイ光学系中の2つの反射素子群（20a、20b）を一体的に移動させれば良い。

【0200】ところで、以上にて説明した図16、図17及び図19に示した例において、反射型フライアイ光学系2にEUV光を供給する光源部（10～15）は、実際上において、相当の体積を必要とするために、露光装置本体部（反射型フライアイ光学系2からウエハ7までの光学系及び制御システム）と同等あるいはそれ以上の体積となる可能性がある。このため、光源部（10～15）と露光装置本体部とをそれぞれ独立に分離して、光源部（10～15）と露光装置本体部とを独立の基盤に設置される可能性がある。この場合、作業者の歩行等による床の振動や光源部（10～15）と露光装置本体部との自重によって床に歪みが生じる場合には、光源部（10～15）の光軸と露光装置本体部内の光学系の光軸とがずれ、調整状態が狂ってしまう恐れがある。

【0201】そこで、露光装置本体部の光路（反射型フライアイ光学系2からウエハ7までの光路）において、光源部（10～15）の光軸ずれを光電的に検出する光電検出器を配置し、コリメートミラーとしての反射鏡15の傾きを調整可能に構成し、さらに、上記光電検出器からの出力に基づいて、反射鏡15の傾きを制御する制

御部を設けることが望ましい。これにより、作業者の歩行等による床の振動や床に歪みが生じたとしても、光源部（10～15）の光軸と露光装置本体部内の光学系の光軸と自動的に合致させることができる。

【0202】さて、軟X線用のミラーは、可視光のように高反射率を得ることが難しい。このため、軟X線用の露光装置においては、光学系を構成するミラーの数を減らすことが望まれる。そこで、ミラーの数を減らす1つの手法として、図9（b）及び図14（b）に示す反射型フライアイ光学系2を構成する一方の第2反射素子群10bを全体に湾曲させることで、コンデンサーミラー3を構成を省略することができる。すなわち、図9（b）及び図14（b）に示す第2反射素子群10bを、所定の曲率を持つ基準球面（基準曲面）内に沿って多数の反射素子E2を配列した構成とすることにより、この第2反射素子群10bにコンデンサーミラー3の機能を兼用させることができる。ここで、図20は、図8、図16及び図17に示した反射型フライアイ光学系2を構成する一方の第2反射素子群20bにコンデンサーミラー3の機能を兼用させた第2反射素子群20cを示している。なお、図19に示した主反射型フライアイ光学系2のマスク側の第2反射素子群20bの構成を図20に示したように変更することにより、図19に示す第2反射素子群20bにコンデンサーミラー3の機能を兼用させることも可能である。なお、図20における投影系6は、結像性能をより一層良好とするために6枚のミラー（6a～6f）で構成している。

【0203】ところで、図16、図17、図19及び図20に示した例においては、レーザー・プラズマ光源を用いた露光装置を示しているが、このレーザー・プラズマ光源の欠点としては、デブリと呼ばれる微小な物質の飛沫を生ずることである。この微細な飛沫により光学部品が汚染されると、光学系の性能（ミラーの反射率及び反射の均一性）が劣化する。このため、光源部と露光装置本体部との間には、軟X線のみを透過させ飛散粒子を透過させないフィルターを配置することが望ましい。このフィルターとしては、メンブレンと呼ばれる軽元素の薄膜が用いることが良い。

【0204】そこで、図16、図17、図19及び図20に示した露光装置に対してデブリを防止用のフィルター16を設けた例を図21に示している。図21に示すように、楕円鏡14とコリメート鏡15との間にデブリを防止用のフィルター16を設ければ、デブリによる汚染が発生したとしても、楕円鏡14とフィルター16とをそれぞれ新しいものに交換することで済むため、ランニングコストを低くおさえることができる。

【0205】ところで、また、前述したように、軟X線は、大気に対する透過率が低いため、図16、図17、図19、図20及び図21に示した露光装置は真空チャンバー100に覆われている。しかしながら、光学部品

に溜まった熱が逃げにくく、それによってミラー面が歪みやすい。従って、真空チャンバー100内の各光学部品にはそれぞれ冷却機構が設けられていることが望ましい。さらに望ましくは、個々のミラーに対して複数の冷却機構が複数取り付けられており、ミラー内の温度分布をコントロールできれば、露光動作時でのミラーの歪みをより抑えることができる。

【0206】また、図16、図17、図19、図20及び図21に示した露光装置における光学系を構成する各ミラーの反射面には多層膜が設けられているが、この多層膜は、モリブデン、ルテニウム、ロジウム、珪素、珪素酸化物のうちの複数の物質を積層させて形成されることが好ましい。

【0207】また、図16及び図17に示すように、照明条件変更手段（可変開口絞りAS1、各種の開口部（50a、50f）を持つターレット板51等）を用いることにより、反射型インテグレート2により形成される2次的光源の大きさを変更（ σ 値の可変）や2次的光源の形状を変更（円形状と輪帯状と4極状とのいずれかに変更）すると、この変更に応じて照明特性が変化する場合がある。従って、照明条件変更手段による照明条件の変更に応じて、マスクに形成される円弧状照明領域や感光性基板に形成される円弧状照明領域（円弧状露光領域、投影系の円弧状像面）における走査方向及び非走査方向（走査方向に垂直な方向）での照明分布の傾斜成分の補正（調整）、さらにはマスクに形成される円弧状照明領域や感光性基板に形成される円弧状照明領域（円弧状露光領域、投影系の円弧状像面）における傾斜テレセン及び倍率テレセンの補正（調整）をそれぞれ行う事が好ましい。但し、場合によっては、走査方向及び非走査方向での照明分布の傾斜成分の補正と傾斜テレセン及び倍率テレセンとを含むテレセンの補正との少なくとも一方を行っても良い。

【0208】なお、以上の各実施の形態（図1～図25）に示す装置における各光学部材及び各ステージ等を前述したような機能を達成するように、電氣的、機械的または光学的に連結することで、本発明にかかる露光装置を組み上げることができる。

【0209】また、次に、以上の各実施の形態（図1～図25）に示す露光装置を用いて感光性基板としてのウエハ等に所定の回路パターンを形成することによって、マイクロデバイスとしての半導体デバイスを得る際の手法の一例につき図26のフローチャートを参照して説明する。

【0210】先ず、図26のステップ301において、1ロットのウエハ上に金属膜が蒸着される。次のステップ302において、その1ロットのウエハ上の金属膜上にフォトリソが塗布される。その後、ステップ303において、図1～図25に示す投影露光装置を用いて、マスク（レチクル）上のパターンの像がその投影光

学系（投影光学ユニット）を介して、その1ロットのウエハ上の各ショット領域に順次露光転写（走査露光）される。その後、ステップ304において、その1ロットのウエハ上のフォトレジストの現像が行われた後、ステップ305において、その1ロットのウエハ上でレジストパターンをマスクとしてエッチングを行うことによって、マスク上のパターンに対応する回路パターンが、各ウエハ上の各ショット領域に形成される。その後、更に上のレイヤの回路パターンの形成等を行うことによって、半導体素子等のデバイスが製造される。

【0211】上述の半導体デバイス製造方法によれば、極めて微細な回路パターンを有する半導体デバイスをスループット良く得ることができる。

【0212】また、上記の図1～図25に示す露光装置では、プレート（ガラス基板）上に所定のパターン（回路パターン、電極パターン等）を形成することによって、マイクロデバイスとしての液晶表示素子を得ることもできる。以下、図27のフローチャートを参照して、このときの手法の一例につき説明する。

【0213】図27において、パターン形成工程401では、本実施形態の露光装置を用いてレチクルのパターンを感光性基板（レジストが塗布されたガラス基板等）に転写露光する、所謂光リソグラフィー工程が実行される。この光リソグラフィー工程によって、感光性基板上には多数の電極等を含む所定パターンが形成される。その後、露光された基板は、現像工程、エッチング工程、レチクル剥離工程等の各工程を経ることによって、基板上に所定のパターンが形成され、次のカラーフィルター形成工程402へ移行する。

【0214】次に、カラーフィルター形成工程402では、R（Red）、G（Green）、B（Blue）に対応した3つのドットの組がマトリックス状に多数配列されたり、またはR、G、Bの3本のストライプのフィルターの組を複数水平走査線方向に配列したカラーフィルターを形成する。そして、カラーフィルター形成工程402の後に、セル組み立て工程403が実行される。

【0215】セル組み立て工程403では、パターン形成工程401にて得られた所定パターンを有する基板、およびカラーフィルター形成工程402にて得られたカラーフィルター等を用いて液晶パネル（液晶セル）を組み立てる。セル組み立て工程403では、例えば、パターン形成工程401にて得られた所定パターンを有する基板とカラーフィルター形成工程402にて得られたカラーフィルターとの間に液晶を注入して、液晶パネル（液晶セル）を製造する。

【0216】その後、モジュール組み立て工程404にて、組み立てられた液晶パネル（液晶セル）の表示動作を行わせる電気回路、バックライト等の各部品を取り付けて液晶表示素子として完成させる。

【0217】上述の液晶表示素子の製造方法によれば、

極めて微細な回路パターンを有する液晶表示素子をスループット良く得ることができる。

【0218】

【発明の効果】以上の如く、本発明によれば、厳しい照明条件を十分に満たし得る高性能な露光装置、及びより一層微細なパターンの露光によってより一層優れたマイクロデバイスの製造方法が達成する事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1の実施の形態に係る露光装置の概略構成図である。

【図2】図1に示す反射素子群2の構成を示す正面図である。

【図3】（a）は図3は図2に示した反射素子群2中の各反射素子の様子を示す正面図であり、（b）は（a）に示した反射素子の断面形状の様子を示す断面図である。

【図4】反射型マスク5上に形成される円弧状の照明領域1Fの様子を示す図である。

【図5】図1に示した反射素子群2の作用を示す図である。

【図6】（a）は反射素子群2中の各反射素子を非球面形状としたときの反射素子の断面形状の様子を示す断面図であり、（b）は（a）に示した反射素子の正面図である。

【図7】コンデンサーミラーを非球面形状としたときのコンデンサーミラーの断面形状の様子を示す断面図である。

【図8】本発明による第2の実施の形態に係る露光装置の概略構成を示す図である。

【図9】（a）は第1の反射素子群20aの構成を示す正面図であり、（b）は第2の反射素子群20bの構成を示す正面図である。

【図10】（a）は図9の（a）に示した第1の反射素子群20a中の各反射素子の様子を示す正面図であり、（b）は（a）に示した反射素子の断面形状の様子を示す断面図である。

【図11】（a）は図9の（b）に示した第2の反射素子群20b中の各反射素子の様子を示す正面図であり、（b）は（a）に示した反射素子の断面形状の様子を示す断面図である。

【図12】図8に示した第1及び第2の反射素子群の作用を示す図である。

【図13】図8に示した第2の実施の形態に係る露光装置の変形例を示す図である。

【図14】（a）は図9の（a）に示した第1の反射素子群20aの変形例の様子を示す正面図であり、（b）は図9の（b）の第2の反射素子群20bの変形例の様子を示す正面図である。

【図15】図14に示した第1及び第2の反射素子群（20a、20b）の作用を示す図である。

【図16】図1に示した第1の実施の形態に係る露光装置の変形例を示す図である。

【図17】図16に示した露光装置の第1の変形例を示す図である。

【図18】図17に示すターレット板51の構成を示す斜示図である。

【図19】図16に示した露光装置の第2の変形例を示す図である。

【図20】図16に示した露光装置の第3の変形例を示す図である。

【図21】図16に示した露光装置の第4の変形例を示す図である。

【図22】(a)は図19の(a)に示した第1の補助反射素子群20aの構成を示す正面図であり、(b)は図19の(b)の第2の補助反射素子群20bの構成を示す正面図である。

【図23】照明分布の調整の原理を説明するための図である。

【図24】テレセントリシティの調整の原理を説明するための図である。

【図25】照明特性の調整のフローを示す図である。

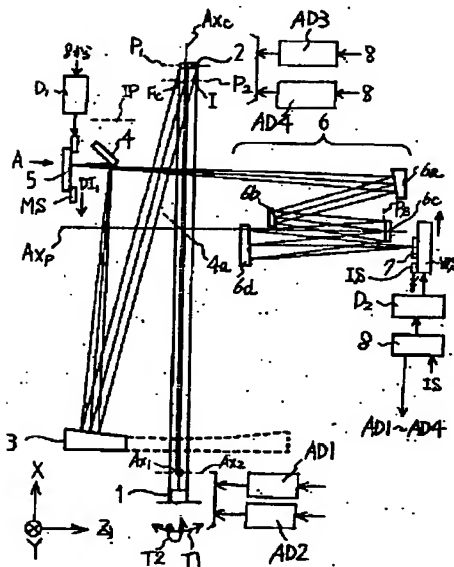
【図26】マイクロデバイスとしての半導体デバイスを得る際の手法の一例について、そのフローチャートを示す図である。

【図27】マイクロデバイスとしての液晶表示素子を得る際の手法の一例について、そのフローチャートを示す図である。

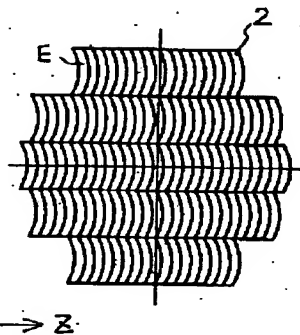
【符号の説明】

- 1...光源装置
- 2、20a、20b...反射素子群
- 3...コンデンサー光学系
- 4...偏向ミラー
- 5...反射型マスク
- 6...投影系
- 7...ウエハ

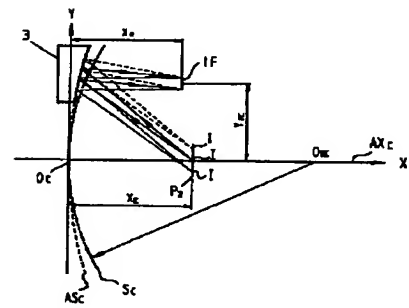
【図1】



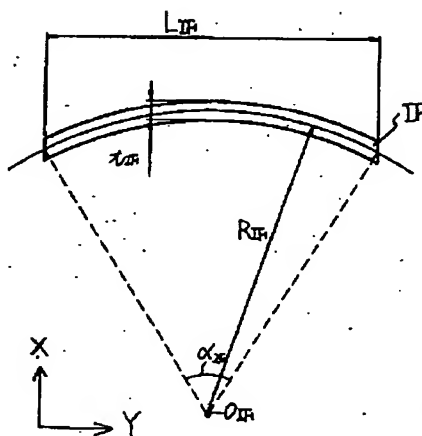
【図2】



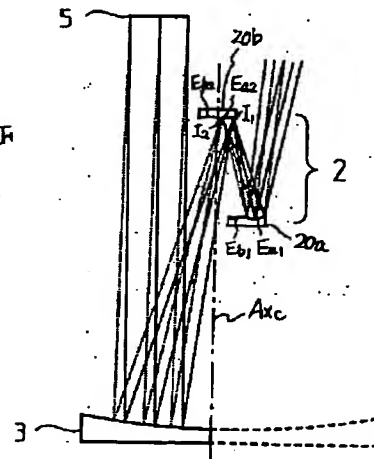
【図7】



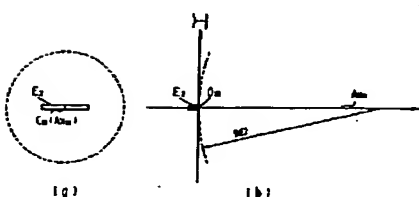
【図4】



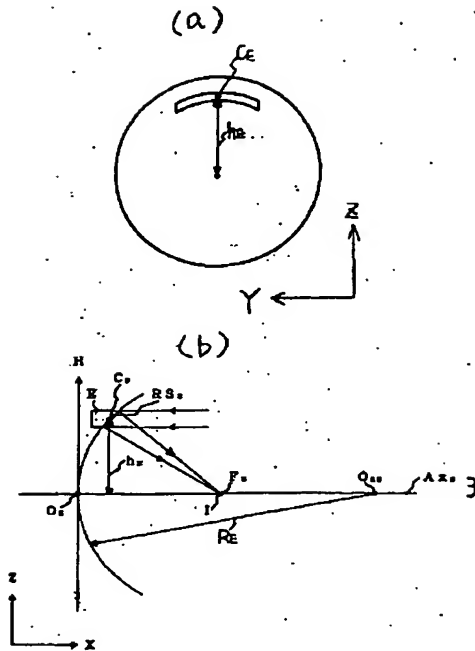
【図12】



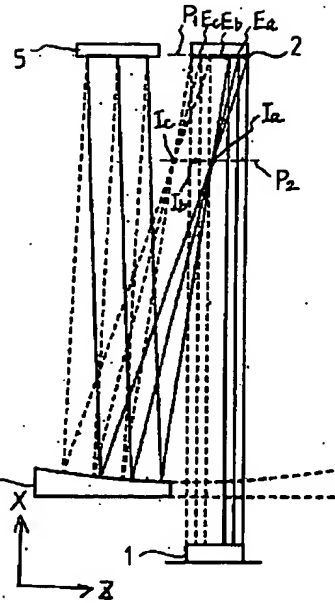
【図11】



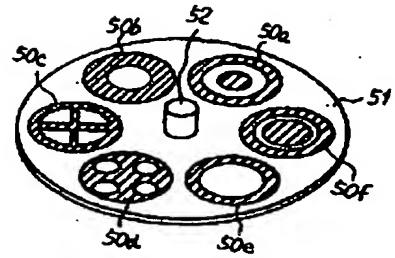
【図3】



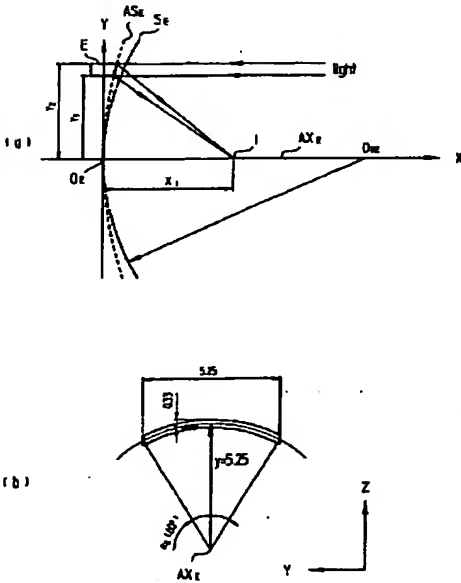
【図5】



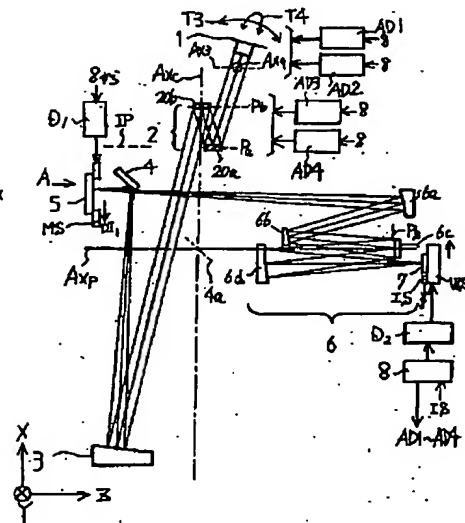
【図18】



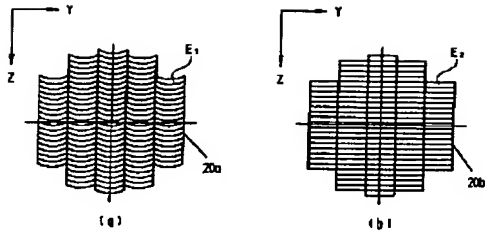
【図6】



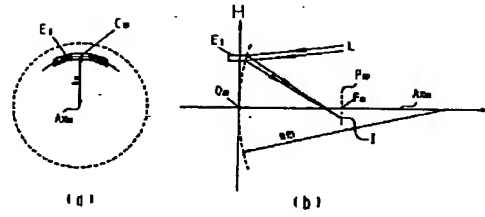
【図8】



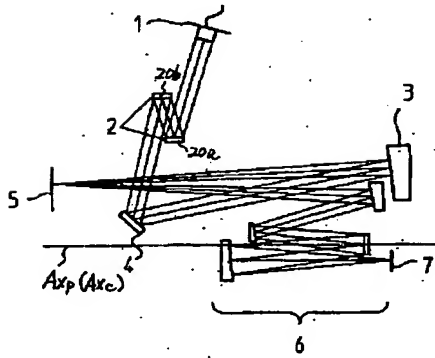
【図9】



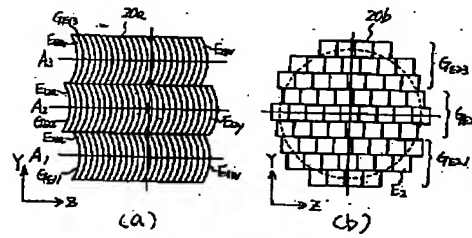
【図10】



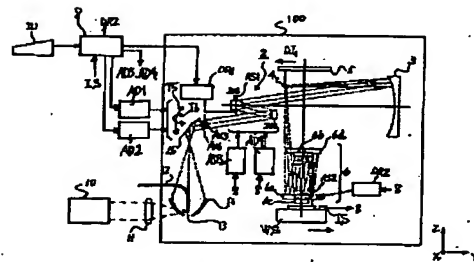
【図13】



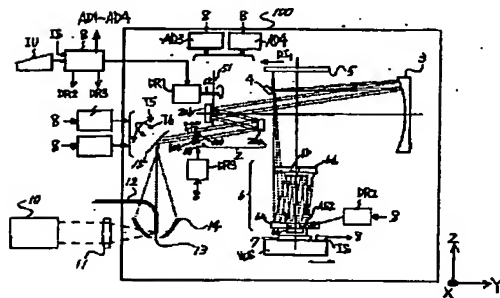
【図14】



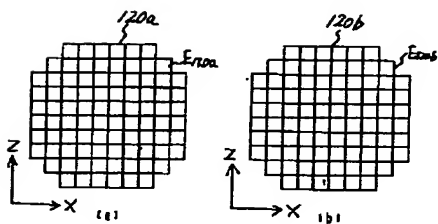
【図16】



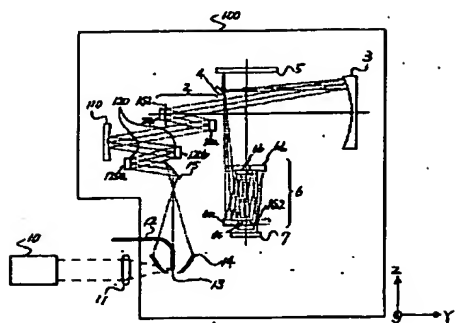
【図17】



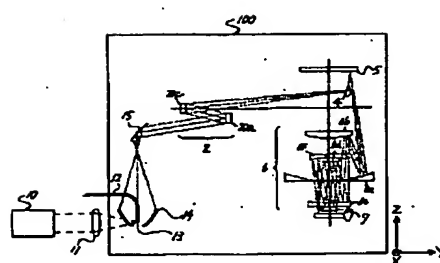
【図22】



【図19】

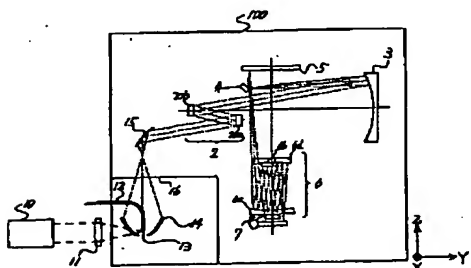


【図20】

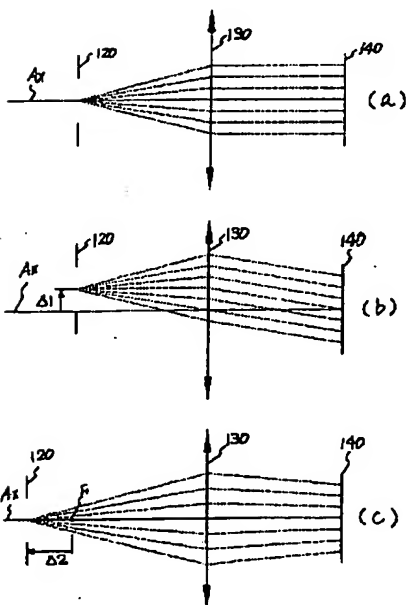


【図23】

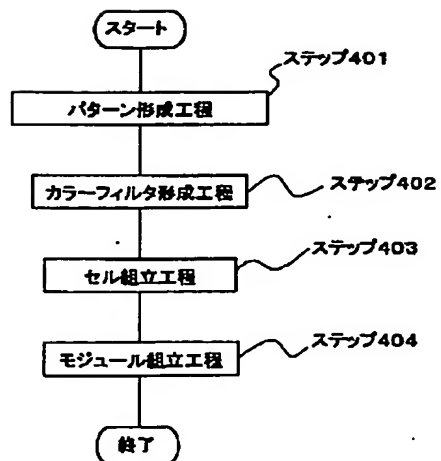
【図21】



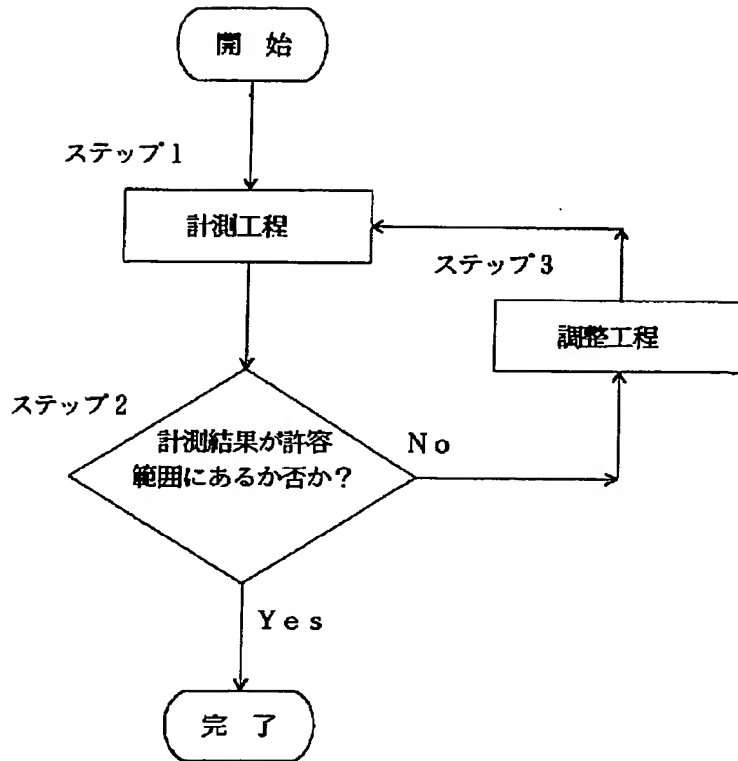
【図24】



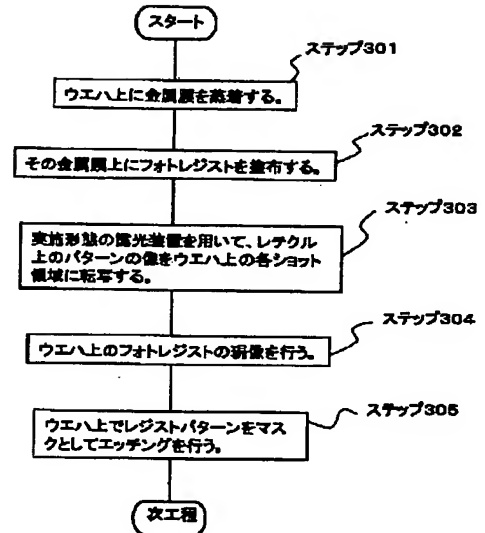
【図27】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 1 L 21/30

5 1 7

特許庁(参考)

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In order to lead the flux of light for the projection system which includes the exposure visual field which carried out eccentricity to the optical axis in order to project the pattern formed in the mask on a photosensitive substrate, and; exposure to said exposure visual field The illumination-light study system which forms a lighting field in the location on said mask which carried out eccentricity to the optical axis of said projection system; As opposed to said projection system Said mask and said photosensitive substrate A 1st lighting adjustment means adjust the lighting property which met in said scan exposure direction in the exposure visual field of said projection system formed in the lighting field formed in the migration means to which it is made to move relatively along the predetermined scan exposure direction, and the; aforementioned mask, or said photosensitive substrate; The lighting field formed in said mask Or in order to adjust the lighting property in said scan exposure direction in the exposure visual field of said projection system formed in said photosensitive substrate, and the crossing direction The 2nd lighting adjustment means; The lighting field formed in said mask To or said photosensitive substrate Within the exposure visual field of said projection system formed To the telecentricity which can be set, a dip component A 1st telecentricity adjustment means to give; the 2nd telecentricity adjustment means and; which adjust the telecentricity according to the location from said optical axis in the exposure visual field of said projection system formed in the lighting field formed in said mask, or said photosensitive substrate The aligner according to claim 1 to 4 characterized by containing.

[Claim 2] Said illumination-light study system is an aligner according to claim 1 characterized by forming the lighting field of the shape of radii of the direction which crosses said scan exposure direction on said mask.

[Claim 3] It is the aligner according to claim 1 or 2 characterized by for said 1st lighting adjustment means giving the illuminance distribution component which inclined along said scan exposure direction, and said 2nd lighting adjustment means giving the illuminance distribution component which inclined along said scan exposure direction and the crossing direction.

[Claim 4] Said illumination-light study system contains many optical members for lighting. Said 1st and 2nd lighting adjustment means Incline or move at least one same optical member for lighting in the optical member for lighting of said large number in the mutually different direction. or mutual [of the optical members for lighting of said large number] — ** — the aligner according to claim 1 to 3 characterized by inclining or moving the optical member for lighting, respectively.

[Claim 5] Said 1st telecentricity adjustment means adjusts the optical member for lighting other than the optical member for lighting adjusted by said 1st and 2nd lighting adjustment means. The 2nd telecentricity adjustment means The optical member for lighting adjusted by the same optical member for lighting as the optical member for lighting adjusted by said 1st telecentricity adjustment means or said 1st telecentricity adjustment means is an aligner according to claim 4 characterized by adjusting another optical member for lighting.

[Claim 6] For said 1st lighting adjustment means, the 2nd lighting adjustment means, the 1st telecentricity adjustment means, and the 2nd telecentricity adjustment means, said illumination-

light study system is an aligner according to claim 1 to 3 characterized by adjusting the location of some reflective members for lighting of said illumination-light study system, respectively including many reflective members for lighting.

[Claim 7] Said 1st and 2nd lighting adjustment means is an aligner according to claim 6 characterized by moving dip or the same reflective member for lighting in the mutually different direction at the circumference of a shaft which is mutually different in the same reflective member for lighting.

[Claim 8] Said 1st and 2nd telecentricity adjustment means is an aligner according to claim 6 or 7 characterized by moving the same reflective member for lighting in the mutually different direction.

[Claim 9] Said 1st and 2nd lighting adjustment means is an aligner according to claim 8 characterized by adjusting the reflective member for lighting other than the reflective member for lighting adjusted by said 1st and 2nd telecentricity adjustment means.

[Claim 10] Said illumination-light study system is an aligner according to claim 1 to 3 characterized by including the light guide optical system which is arranged between a light source means to supply said flux of light, the reflective mold optical integrator which makes homogeneity lighting distribution with said mask or said photosensitive substrate, and said light source means and said reflective mold optical integrator, and leads the flux of light from said light source means to said reflective mold optical integrator.

[Claim 11] A lighting condition modification means to change the lighting conditions in the exposure visual field of said projection system formed in the lighting conditions or said photosensitive substrate in the lighting field formed in said mask is arranged further. Said 1st lighting adjustment means and the 2nd lighting adjustment means Said 1st telecentricity and said 2nd telecentricity adjustment means are an aligner according to claim 1 to 10 characterized by performing each adjustment according to modification of the lighting conditions by said lighting condition modification means, respectively.

[Claim 12] The process which illuminates said mask using said illumination-light study system in the approach of manufacturing a micro device using an aligner according to claim 1 to 11; the manufacture approach of the micro device characterized by including the process which exposes the pattern image of said mask to said photosensitive substrate using said projection system, and;

[Claim 13] The illumination-light study system which leads the flux of light for exposure to a mask including two or more reflective members for lighting, and the projection system which projects the pattern of the; aforementioned mask on a photosensitive substrate; As opposed to said projection system Said mask and said photosensitive substrate The migration means and; to which it is made to move relatively along the predetermined scan exposure direction The lighting field formed in said mask To or said photosensitive substrate Within the exposure visual field of said projection system formed

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Industrial Application] In case this invention manufactures micro devices (semiconductor devices, such as a semiconductor device, a liquid crystal display component, an image sensor (for example, CCD), thin film magnetic head, etc.) according to an optical lithography process, it relates to a suitable aligner and the method of manufacturing a good micro device using the aligner.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the aligner for manufacture of the semiconductor device equipped with this kind of lighting system carries out a projection imprint on photosensitive substrates, such as a wafer with which the circuit pattern formed on a mask was applied to reticle through the projection optical system.

[0003] Especially, as an aligner using the light (EUV light: Extreme Ultra-Violet light) of a 5nm - about 20nm soft-X-ray field, it is proposed in U.S. Pat. No. 5,737,137, for example.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to imprint a much more detailed pattern to a photosensitive substrate by the photosensitive substrate top, it is necessary to fully fulfill lighting conditions severe [one layer of nearby] in a lighting system.

[0005] However, the adjustment technique for fully fulfilling severe lighting conditions does not have ***** in an adjustment device.

[0006] Then, it aims at offering the manufacture approach of the highly efficient aligner which may fully fill severe lighting conditions with this invention, and the micro device which was further excellent with exposure of a much more detailed pattern.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, in invention concerning claim 1 In order to lead the flux of light for the projection system which includes the exposure visual field which carried out eccentricity to the optical axis in order to project the pattern formed in the mask on a photosensitive substrate, and; exposure to said exposure visual field The illumination-light study system which forms a lighting field in the location on said mask which carried out eccentricity to the optical axis of said projection system; As opposed to said projection system Said mask and said photosensitive substrate A 1st lighting adjustment means adjust the lighting property which met in said scan exposure direction in the exposure visual field of said projection system formed in the lighting field formed in the migration means to which it is made to move relatively along the predetermined scan exposure direction, and the; aforementioned mask, or said photosensitive substrate; The lighting field formed in said mask Or in order to adjust the lighting property in said scan exposure direction in the exposure visual field of said projection system formed in said photosensitive substrate, and the crossing direction The 2nd lighting adjustment means; The lighting field formed in said mask To or said photosensitive substrate Within the exposure visual field of said projection system formed To the telecentricity which can be set, a dip component A 1st telecentricity adjustment means to give; It is what was considered as the configuration containing a 2nd telecentricity adjustment means to adjust the

telecentricity according to the location from said optical axis in the exposure visual field of said projection system formed in the lighting field formed in said mask, or said photosensitive substrate, and; It is.

[0008] Moreover, in invention concerning claim 2, said illumination-light study system forms the lighting field of the shape of radii of the direction which crosses said scan exposure direction on said mask.

[0009] Moreover, in invention concerning claim 3, said 1st lighting adjustment means gives the illuminance distribution component which inclined along said scan exposure direction, and said 2nd lighting adjustment means is considered as the configuration which gives the illuminance distribution component which inclined along said scan exposure direction and the crossing direction.

[0010] In invention concerning claim 4, moreover, said illumination-light study system Many optical members for lighting are included. Said 1st and 2nd lighting adjustment means mutual [incline, move at least one same optical member for lighting in the optical member for lighting of said large number in the mutually different direction or / of the optical members for lighting of said large number] — ** — it considers as the configuration to which the optical member for lighting is inclined or moved, respectively.

[0011] In invention concerning claim 5, moreover, said 1st telecentricity adjustment means The optical member for lighting other than the optical member for lighting adjusted by said 1st and 2nd lighting adjustment means is adjusted. The 2nd telecentricity adjustment means It considers as the configuration which adjusts optical member for lighting with the another optical member for lighting adjusted by the same optical member for lighting as the optical member for lighting adjusted by said 1st telecentricity adjustment means, or said 1st telecentricity adjustment means.

[0012] Moreover, in invention concerning claim 6, said illumination-light study system considers said 1st lighting adjustment means, the 2nd lighting adjustment means, the 1st telecentricity adjustment means, and the 2nd telecentricity adjustment means as the configuration which adjusts the location of some reflective members for lighting of said illumination-light study system, respectively including many reflective members for lighting.

[0013] Moreover, in invention concerning claim 7, said 1st and 2nd lighting adjustment means is considered as dip or the configuration which moves the same reflective member for lighting in the mutually different direction at the circumference of a shaft which is mutually different in the same reflective member for lighting.

[0014] Moreover, in invention concerning claim 8, said 1st and 2nd telecentricity adjustment means is considered as the configuration for which the same reflective member for lighting is moved in the mutually different direction.

[0015] Moreover, in invention concerning claim 9, said 1st and 2nd lighting adjustment means is considered as the configuration which adjusts the reflective member for lighting other than the reflective member for lighting adjusted by said 1st and 2nd telecentricity adjustment means.

[0016] Moreover, in invention concerning claim 10, said illumination-light study system is taken as a configuration including the light guide optical system which is arranged between a light source means to supply said flux of light, the reflective mold optical integrator which makes homogeneity lighting distribution with said mask or said photosensitive substrate, and said light source means and said reflective mold optical integrator, and leads the flux of light from said light source means to said reflective mold optical integrator.

[0017] Moreover, a lighting condition modification means to change the lighting conditions in the exposure visual field of said projection system formed in the lighting conditions or said photosensitive substrate in the lighting field formed in said mask in invention concerning claim 11 is arranged further. Said 1st lighting adjustment means and the 2nd lighting adjustment means consider said 1st telecentricity and said 2nd telecentricity adjustment means as the configuration which performs each adjustment according to modification of the lighting conditions by said lighting condition modification means, respectively.

[0018] Moreover, the process which illuminates said mask in invention concerning claim 12 using said illumination-light study system in the approach of manufacturing a micro device using an

aligner according to claim 1 to 11; it considers as the process which exposes the pattern image of said mask to said photosensitive substrate using said projection system, and the configuration containing,

[0019] moreover, in invention concerning claim 13 The illumination-light study system which leads the flux of light for exposure to a mask including two or more reflective members for lighting, and the projection system which projects the pattern of the; aforementioned mask on a photosensitive substrate; As opposed to said projection system Said mask and said photosensitive substrate The migration means and; to which it is made to move relatively along the predetermined scan exposure direction The lighting field formed in said mask To or said photosensitive substrate Within the exposure visual field of said projection system formed To the telecentricity which can be set, a dip component A 1st telecentricity adjustment means to give; The 2nd telecentricity adjustment means and; which adjust the telecentricity according to the location from said optical axis in the exposure visual field of said projection system formed in the lighting field formed in said mask or said photosensitive substrate are included. Said 1st and 2nd telecentricity adjustment means is considered as the configuration which adjusts some reflective members for lighting of said illumination-light study system, respectively.

[0020] Moreover, by invention concerning claim 14, the 2nd telecentricity adjustment means moves the reflective member for lighting adjusted by said 1st telecentricity adjustment means in the different direction from the 1st telecentricity adjustment means, or carries out as the configuration to which the reflective mold member for lighting other than the reflective member for lighting adjusted by said 1st telecentricity adjustment means is moved.

[0021] Moreover, in invention concerning claim 15, said illumination-light study system is taken as a configuration including the light guide optical system which is arranged between a light source means to supply said flux of light, the reflective mold integrator which makes homogeneity lighting distribution with said mask or said photosensitive substrate, and said light source means and said reflective mold integrator, and leads the flux of light from said light source means to said reflective mold integrator.

[0022] Moreover, in invention concerning claim 16, in order that said illumination-light study system may lead the flux of light for exposure to said exposure visual field using two or more reflective members for lighting including the exposure visual field which carried out eccentricity of said projection system to the optical axis, it considers as the configuration which forms a lighting field in the location on said mask which carried out eccentricity to the optical axis of said projection system.

[0023] Moreover, a lighting condition modification means change the lighting conditions in the exposure visual field of said projection system formed in the lighting conditions or said photosensitive substrate in the lighting field formed in said mask in invention concerning claim 17 arranges further, and said 1st telecentricity and said 2nd telecentricity adjustment means carry out as the configuration which performs in each adjustment, respectively according to modification of the lighting conditions by said lighting condition modification means.

[0024] Moreover, the process which illuminates said mask in invention concerning claim 18 using said illumination-light study system in the approach of manufacturing a micro device using an aligner according to claim 11 to 17; it considers as the process which exposes the pattern image of said mask to said photosensitive substrate using said projection system, and the configuration containing;

[0025]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation by this invention is explained, referring to drawing 1 thru/or drawing 4 . Drawing 1 is drawing by this invention showing the 1st rough configuration of the gestalt of operation, and drawing 2 is the front view showing the configuration of the reflective elements 2 as multi-light source formation optical system (optical integrator). Drawing 3 is each reflective component E1 which constitutes the reflective mold optical element group 2. It is drawing showing a configuration and drawing 4 is drawing showing an operation of the reflective elements 2 as multi-light source image formation optical system (optical integrator) shown in drawing 1 .

[0026] It is 200mn as shown in drawing 1 . Incidence of the laser beam (parallel flux of light)

supplied from light source means, such as a laser light source which supplies a laser beam with the following wavelength, is carried out almost at right angles to the reflective elements 2 as multi-light source formation optical system (optical integrator). In addition, as a light source means, it is 193nm, for example. ArF excimer laser and 157nm which supplies a laser beam with wavelength F2 which supplies a laser beam with wavelength The synchrotron generator which supplies synchrotron orbital radiation with the laser plasma X line source which emits laser and an X-ray with the wavelength of 10nm – 15nm, or the wavelength of 10nm – 15nm can be used. [0027] Here, the reflective elements 2 are the 1st predetermined base plane P1 vertical to YZ flat surface. It meets, and many reflective components (optical element) E are arranged densely two-dimensional, and are constituted. As shown in drawing 2, specifically, the reflective elements 2 have many reflective components E in which a profile (appearance) has the reflective curved surface formed in the shape of radii. And these reflective elements 2 are ****(ing) the train of the reflective component by which the a large number array was carried out along with the Z direction five times along the direction of Y. And the train of the reflective component of these five trains is constituted so that it may become a circle configuration mostly as a whole. [0028] In addition, the profile configuration (radii configuration) of the reflective component E is the configuration of the radii-like lighting field IF and parallelism which are formed on the reflective mask 5 as an irradiated plane mentioned later. each reflective component E is shown in (a) of drawing 3, and (b) — as — optical axis AxE from — the predetermined field which carried out eccentricity — setting — predetermined radius of curvature RE the configuration which started the one section of a reflective curved surface so that a profile (appearance) might become circular — having — **** — core CE of this circular reflective component E Optical axis AxE from — height hE It is in a location. Therefore, reflector RSE as for which each reflective component E carried out eccentricity As shown in (b) of drawing 3, it is the predetermined radius of curvature RE. It consists of eccentric spherical-surface mirrors which it has. In addition, RSE in (b) of drawing 3 The effective reflective field of the reflective component E in which the flux of light which carries out incidence from the light source means 1 is reflected effectively is shown.

[0029] Therefore, as shown in (b) of drawing 3, it is the optical axis AxE of the reflective component E. Laser beam (parallel flux of light) L which it meets and carries out incidence in the parallel direction is the optical axis AxE of the reflective component E. Upper focal location FE It is condensed and the light source image I is formed. in addition, focal distance fE of the reflective component E at this time Top-most vertices OE of the reflective curved surface of the reflective component E Focal location FE of the reflective curved surface of the reflective component E the distance of a between — becoming — radius of curvature RE of the reflective curved surface of the reflective component E ** — if it carries out, the relation of a degree type (1) will be materialized.

(1) When it returns and explains to $fE = RE / 2$ drawing 1, the laser beam (parallel flux of light) which carries out incidence almost at right angles to the reflective elements 2 is the location P2 as for which wavefront splitting was carried out to the shape of radii by the reflex action of many reflective components E and which shifted from incoming beams by it. The light source image corresponding to the number of many reflective components E is formed. Each optical axis AxE of the reflective component E of a large number which constitute the reflective elements 2 if it puts in another way If it shall receive and a laser beam shall carry out incidence from an parallel direction, it is each optical axis AxE by reflective condensing operation of each reflective component E. Focal location FE which exists upwards Field P2 along which it passes The light source image I is formed, respectively. field P2 in which many light source images I are formed **** — much secondary light sources are formed substantially. Therefore, the reflective elements 2 have the function as the light source image formation optical system which forms many light source images I, i.e., multi-light source formation optical system which forms much secondary light sources.

[0030] The flux of light from the light source image I of these large number is the optical axis AxC as capacitor optical system. Incidence is carried out to the capacitor reflecting mirror 3 which it has. this capacitor reflecting mirror 3 — optical axis AxC from — it constitutes from

one spherical-surface mirror which has an effective reflector in the distant location — having — this spherical-surface mirror — predetermined radius of curvature RC It has. Optical axis AxC of the capacitor reflecting mirror 3 It passes along the center position (location where an optical axis AxC and the field P2 in which the light source image I is formed cross) in which many light source images I are formed of the optical element group 2. However, the focal location of the capacitor reflecting mirror 3 is this optical axis AxC. It exists upwards.

[0031] In addition, optical axis AxC of the capacitor reflecting mirror 3 Optical element E1 of a large number which constitute the optical element group 2 It is parallel to each optical axis AxE1. Now, each flux of light from many light source images I illuminates the reflective mold mask 5 as an irradiated plane in superposition in the shape of radii through the plane mirror 4 as a deflection mirror, after reflective condensing is carried out with the capacitor reflecting mirror 3, respectively. It is the optical axis AxP of the projection system which shows the situation of the lighting field IF of the shape of radii formed on the reflective mold mask 5, and shows the center of curvature OIF of the radii-like lighting field IF to drawing 1 when drawing 4 is seen from the rear face of the direction 5 shown by the arrow head A of drawing 1, i.e., a reflective mold mask. It exists upwards. Moreover, when the flat-surface mirror 4 of drawing 1 is removed temporarily, the lighting field IF is formed in the location of the irradiated plane IP of drawing 1, and the center of curvature OIF of the lighting field IF at this time is the optical axis AxC of the capacitor optical system 3. It exists upwards.

[0032] Therefore, at the example shown in drawing 1, it is the optical axis AxC of the capacitor optical system 3. It is the optical axis AxC of the capacitor optical system 3 at reflector 4a of imagination of the flat-surface mirror 4 shown in drawing 1 although 90 degrees is not deflected by the flat-surface mirror 4. If 90 degrees is deflected, it will be the optical axis AxC of the capacitor optical system 3. Optical axis AxP of the projection system 6 On the reflective mask 5, it becomes the same axle. For this reason, it can be said that these optical axis (AxC and AxP) are the same axes optically. Therefore, the capacitor optical system 3 and the projection system 6 are arranged so that each optical axis (AxC and AxP) may pass along the center of curvature OIF of the radii-like lighting field IF optically.

[0033] Now, the predetermined circuit pattern is formed in the front face of the reflective mold mask 5, and this reflective mold mask 5 is held two-dimensional along the inside of XY flat surface in the movable mask stage MS. Image formation of the light which reflected this reflective mold mask 5 is carried out on the wafer W with which the resist as a photosensitive substrate was applied through the projection system 6, and the projection imprint of the pattern image of the reflective radii-like mask 5 is carried out here. The wafer 7 is held two-dimensional along the inside of XY flat surface on the movable substrate stage WS.

[0034] Here, a mask stage MS is the 1st drive system D1. It moves, and moves two-dimensional along the inside of XY flat surface, and the substrate stage WS is the 2nd drive system D2. It moves and moves two-dimensional along the inside of XY flat surface. As for these two drive systems (D1 and D2), each amount of actuation is controlled by the control system 8. Therefore, when a control system 8 moves mutually a mask stage MS and the substrate stage WS to an opposite direction (the direction of an arrow head) through two drive systems (D1 and D2), scan exposure of the whole pattern currently formed on the reflective mold mask 5 is carried out on Wafer W through the projection system 6. Since the good circuit pattern in the optical lithography process which manufactures a semiconductor device is imprinted on a wafer 7 by this, a good semiconductor device can be manufactured.

[0035] optical axis AxP the projection system 6 which it has — the optical axis AxC from — it consists of cutback systems of an off axis mold which have four aspheric surface mirrors (6a-6d) which have an effective reflector in the distant location. and the projection system 6 — the both sides of a body side (mask 5) and the image surface (wafer 7) — setting — optical axis AxC from — it has the radii-like visual field in the distant location. In addition, the projection system 6 has the magnitude corresponding to the radii-like lighting field IF to which the visual field of the shape of radii in a body side (mask 5) is formed in a mask 5 of an illumination system.

[0036] The 1st, 3rd, and 4th aspheric surface mirrors (6a, 6c, 6d) consist of aspherical mirrors of

a concave surface mold, and 2nd aspheric surface mirror 6b consists of aspherical mirrors of a convex mold. the pupil of the projection system 6 — the reflecting surface top of 3rd aspheric surface mirror 6c — existing — location PS of this pupil **** — the aperture diaphragm etc. is prepared.

[0037] Now, an operation of the optical element group 2 of the example shown in drawing 1 is explained below, referring to drawing 5. Drawing 5 is drawing having expanded and shown the part of the lighting system which illuminates the reflective mask 5 shown in drawing 1, in order to give explanation intelligible, the flat-surface mirror 4 shall be omitted and the reflective elements 2 shall be constituted from drawing 5 by three reflective components (Ea -Ec).

[0038] As drawing 1 explained, the reflective elements 2 are the predetermined base plane P1. Three reflective components (Ea -Ec) arranged by meeting are included, and it is the predetermined base plane P1. Focal location P2 of each reflective component (Ea -Ec) (location of center of curvature) It is parallel to the flat surface (YZ flat surface) along which it passes. As shown in drawing 5 R> 5, it is the reflective component Ea in the reflective elements 2. The laser beam (parallel flux of light) which carried out incidence is the reflective component Ea. Wavefront splitting is carried out to the radii-like flux of light so that it may correspond to the profile configuration of a reflector, and the flux of light (flux of light shown as a continuous line) of the shape of the radii by which wavefront splitting was carried out is the reflective component Ea. It is the light source image Ia by condensing operation of a reflector. It forms. then, the light source image Ia from — the flux of light is condensed by the reflector of the capacitor optical system 3, and the reflective mold mask 5 is illuminated in the shape of radii from across. In addition, the direction of space of drawing 5 turns into the cross direction of the lighting field of the shape of radii formed on the reflective mold mask 5.

[0039] Moreover, reflective component Ec in the reflective elements 2 The laser beam (parallel flux of light) which carried out incidence is an optical element Ec. Wavefront splitting is carried out to the radii-like flux of light so that it may correspond to the profile configuration of a reflector, and the flux of light (flux of light shown as a continuous line) of the shape of the radii by which wavefront splitting was carried out is the reflective component Ec. It is the light source image Ic by condensing operation of a reflector. It forms. then, the light source image Ic from — the flux of light is condensed by the reflector of the capacitor optical system 3, and the reflective mold mask 5 is illuminated in the shape of radii so that it may superimpose on the lighting field of the shape of radii formed of the flux of light shown as the continuous line.

[0040] Thus, since the light which passed each reflective component in the reflective elements 2 illuminates the reflective mold mask 5 top in superposition in the shape of radii, uniform lighting can be attained. In addition, since re-image formation of the light source image formed of each reflective component in the reflective elements 2 is carried out to the location PS of the pupil of the projection system 6 (entrance pupil of the projection system 6) as shown in drawing 1, the so-called Koehler illumination is attained.

[0041] The lighting field of the shape of radii with a uniform illuminance can be efficiently formed on a mask, keeping the conditions of Koehler illumination substantial, even if it constitutes all the lighting systems and projection systems from a reflective mold member and a reflective mold component, in order to expose the pattern of a mask 5 to the photosensitive substrate 7, as the gestalt of the above operation [1st] shows. In addition, by carrying out projection relation of the capacitor optical system 3 to orthogonal projection, it cannot call at a direction but the reflective mold mask 5 can be illuminated under the uniform numerical aperture NA.

[0042] moreover, it is shown in drawing 2 — obtain — it is alike and many reflective components E are mostly arranged densely for the appearance (profile) of the reflective elements 2 by the circle configuration — location P2 The appearance (profile) of the secondary light source formed with the light source image of a large number formed serves as a circle configuration mostly. Therefore, by performing simultaneously making projection relation of the capacitor optical system 3 into the appearance (profile) of making it orthogonal projection and the secondary light source, the space coherency in the lighting field IF formed on a mask 5 cannot be caused in a location and the direction, but can make it homogeneity.

[0043] Furthermore, the configuration of the reflector of each reflective component in the

reflective elements 2 can make homogeneity further the illuminance in the circular lighting field formed on the reflective mold mask 5, without generating distortion aberration in the reflective elements 2 and the capacitor optical system 3 by constituting projection relation so that it may become the same as that of the capacitor optical system 3. These can also be made into the aspheric surface although the example made into the reflector of the shape of the spherical surface which carried out eccentricity of both the capacitor mirrors that constitute each reflective component E which constitutes the reflective elements 2 above, and the capacitor optical system 3 was described.

[0044] Then, the reflective elements 2 in the aligner shown in drawing 1 and the concrete numeric value of the capacitor optical system 3 are mentioned. The case where both the capacitor mirrors that constitute each reflective component E which constitutes the reflective elements 2, and the capacitor optical system 3 from a numerical example hung up over below consist of the aspheric surfaces is shown. As shown in drawing 4, the curvature RIF of the radii of the lighting field IF of the shape of radii formed on the reflective mask 5 96mm, The distance LIF between the ends of the lighting field IF of the shape of 60 degrees and radii for angle α_{IF} which the radii of the lighting field IF stretch 96mm, They are 30mrad(s) (if it puts in another way, it is as the same as the entrance pupil location of the projection system 6 is in 3119mm from the reflective mask 5.) about the inclination of the chief ray of the illumination light [as opposed to / in the width of face tIF of the radii of the lighting field IF / the normal of 0.015. and the reflective mask 5 for the lighting numerical aperture NA on 6mm and the reflective mask 5]. The diameter ϕ of the flux of light supplied from a laser light source is set to about 42mm.

[0045] Moreover, as shown in (a) of drawing 6, it is ASE about the reflective curved surface (aspheric surface) of the reflective component E in the reflective elements 2. It carries out. Top-most vertices OE of the reflective curved surface of the reflective component E The center of curvature of SE and the criteria spherical surface for the criteria spherical surface ORE, Top-most vertices OE of the reflective curved surface of the reflective component E Vertical to a tangential plane, and top-most vertices OE of the reflective curved surface of the reflective component E The X-axis (it is the X-axis about the optical axis AxE of the reflective component E) is set as the direction along which it passes. Top-most vertices OE of the reflective curved surface of the reflective component E Top-most vertices OE of a tangential plane, parallel, and the reflective curved surface of the reflective component E Top-most vertices OE of the reflective curved surface of the reflective component E where a Y-axis, the X-axis, and a Y-axis cross the direction along which it passes XY coordinate made into a zero is considered.

[0046] Here, (a) of drawing 6 shows the sectional view of the reflective curved surface of the reflective component E in the reflective elements 2, and (b) of drawing 6 shows the front view of the reflective component E in the reflective elements 2. Top-most vertices OE of the reflective curved surface of the reflective component E The distance which met in the direction of the X-axis (optical axis AxE) from a tangential plane to the reflecting surface (aspheric surface) of the reflective component E x, The distance in alignment with Y shaft orientation from the X-axis (optical axis AxE) to the reflecting surface (aspheric surface) of the reflective component E y, Top-most vertices OE of the reflective curved surface of the reflective component E The criteria spherical surface SE along which it passes They are C2, C4, C6, and C8 about RE and an aspheric surface multiplier in radius of curvature (criteria radius of curvature of the reflective component E). And when referred to as C10, The reflector of each reflective component E which constitutes the reflective elements 2 consists of the aspheric surfaces expressed by the following aspheric surface formulas.

$$x(y) = (y^2 / RE) / [1 + \{ 1 - y^2 / RE^2 \}^{0.5}] + C2 y^2 + C4 y^4 + C6 y^6 + C8 y^8 + C10 y^{10} RE = -183.3211 C2 = -5.37852 \times 10^{-4} C4 = -4.67282 \times 10^{-8} C6 = -2.11339 \times 10^{-10} C8 = \text{Each reflective component E which constitutes the } 5.71431 \times 10^{-12} C10 = -5.18051 \times 10^{-14} \text{ reflective elements 2}$$

As shown in (a) of drawing 6, in the direction of a cross section of a mirror optical axis AxE from — height y1 Optical axis AxE from — height y2 it has the inserted reflective cross-section configuration, and is shown in (b) of drawing 6 — as — the direction of a transverse plane — aperture angle α_E of radii It consists of aspheric surface eccentricity mirrors of the shape of radii from which the die length between the ends of radii is set to 5.25mm at 60 degrees. in

addition, optical axis AxE from — height y1 5.085mm — it is — optical axis AxE from — height y2 It is 5.415mm.

[0047] in this case, the light source image I formed of the reflective component E — the direction of the optical axis AxE of the reflective component E — top-most vertices OE of the reflective curved surface of the reflective component E from — the location distant only 76.56mm (= x1) — it is — optical axis AxE of the reflective component E Optical axis AxE which is separated from the diameter of a core of the radii of the reflective component E only 5.25mm towards intersecting perpendicularly It is in a location. In addition, optical axis AxE of the reflective component E The location of the light source image I in the direction which intersects perpendicularly is the optical axis AxE which is separated from the outer diameter of the radii of the reflective component E only 5.085mm (= y1). It is in the location of an optical axis AxE which is located in a location and separated from the outer diameter of the radii of the reflective component E only 5.415mm (= y2).

[0048] And as shown in drawing 2, the good reflective elements 2 can be constituted by arranging the reflective component E of the eccentric aspheric surface mold of a large number which the above dimension has. Next, it mentions about the concrete numerical example of the capacitor mirror 3 as capacitor optical system at the time of using the reflective component E which has the eccentric aspheric surface mold of a large number which the above dimension has.

[0049] As shown in drawing 7, it is ASC about the reflective curved surface (aspheric surface) of the capacitor mirror 3. It carries out. Top-most vertices OC of the reflective curved surface of the capacitor mirror 3 The criteria spherical surface SC, They are the top-most vertices OC of the reflective curved surface of ORC and the capacitor mirror 3 about the center of curvature of the criteria spherical surface. Top-most vertices OC of the reflective curved surface of vertical to a tangential plane, and the capacitor mirror 3 The X-axis (it is the X-axis about the optical axis AxC of the capacitor mirror 3) is set as the direction along which it passes. Top-most vertices OC of the reflective curved surface of the capacitor mirror 3 Top-most vertices OC of the reflective curved surface of a tangential plane, parallel, and the capacitor mirror 3 XY coordinate which makes a zero the top-most vertices Oc of the reflective curved surface of the capacitor mirror 3 where a Y-axis, the X-axis, and a Y-axis cross the direction along which it passes is considered.

[0050] Here, drawing 7 shows the sectional view of the reflective curved surface of the capacitor mirror 3. Top-most vertices OC of the reflective curved surface of the capacitor mirror 3 The distance which met in the direction of the X-axis (optical axis AxC) from a tangential plane to the reflecting surface (aspheric surface) of the capacitor mirror 3 x, The distance in alignment with Y shaft orientation from the X-axis (optical axis AxC) to the reflecting surface (aspheric surface) of the capacitor mirror 3 y, Top-most vertices Oc of the reflective curved surface of the capacitor mirror 3 They are C2, C4, C6, and C8 about RC and an aspheric surface multiplier in the radius of curvature (criteria radius of curvature of the capacitor mirror 3) of the criteria spherical surface along which it passes. And when referred to as C10, The reflector of the capacitor mirror 3 consists of the aspheric surfaces expressed by the following aspheric surface formulas.

$$x(y) = (y^2 / RC) / [1 + \{ 1 - y^2 / RC^2 \}^{0.5}] + C2 y^2 + C4 y^4 + C6 y^6 + C8 y^8 + C10 y^{10} RC = -3518.74523 C2 = -3.64753 \times 10^{-5} C4 = -1.71519 \times 10^{-11} C6 = 1.03873 \times 10^{-15} C8 = -3.84891 \times 10^{-20} C10 = 5.12369 \times 10^{-25}$$
 — however optical axis AxC of the capacitor mirror 3 Field P2 which intersects perpendicularly **** — Field P2 in which the light source image I formed of the reflective elements 2 is formed in, and this light source image I is formed The top-most vertices OC of the reflective curved surface of the capacitor mirror 3 to optical axis AxC It is in the location from which it met and only 2009.8 mm (x1C) was separated.

[0051] Of the capacitor mirror 3 of the reflective elements 2 and an eccentric aspheric surface mold which consists of many reflective components E with the reflector of the eccentric aspheric surface mold shown in the above numerical example, the irradiated field IF of illuminance distribution and the shape of radii with a uniform spatial coherency is formed, the core CIF in the cross direction of the irradiated field IF of the shape of radii formed of the

capacitor mirror 3 at this time as shown in drawing 7 — optical axis AxC of the capacitor mirror 3 a direction — top-most vertices OC of the reflective curved surface of the capacitor mirror 3 from — the location distant only 1400mm (= xM) — it is — optical axis AxC of the capacitor mirror 3 the height direction — that optical axis AxC from — it is in the location of 96 (= yMC). [0052] By the above configuration, an illuminance and a space coherency can form the uniform lighting field IF on the reflective mold mask 5. in addition, the focal distance of each optical element E which constitutes the optical element group 2 — fF ** — carrying out — the focal distance of the capacitor optical system 3 — fC ** — when carrying out, it is desirable to fill the relation of the following formulas (2).

(2) When the upper limit of this $0.01 < |fF/fC| < 0.5(2)$ type was exceeded and the suitable power for each optical element which constitutes the optical element group 2 is given, the focal distance of capacitor optical system becomes very short too much. For this reason, since aberration occurs greatly in capacitor optical system, it becomes difficult to form the lighting field of the shape of uniform radii on a mask 5. On the other hand, when the minimum of (2) types was exceeded and the suitable power for each optical element which constitutes an optical element group is given, the focal distance of capacitor optical system becomes long too much, the capacitor optical system itself becomes large too much, and it becomes difficult to constitute equipment in a compact.

[0053] Incidentally, according to the numerical example of each optical element E which constitutes the above-mentioned optical element group 2, and the capacitor mirror 3, the response value of the above-mentioned (2) formula is mentioned. As mentioned above, radius of curvature RE of each optical element which constitutes the optical element group 2 Since it is -183.3211mm, it is the focal distance fF of the criteria of the optical element E. It is set to 91.66055mm (fF = -RE/2). Moreover, radius of curvature RC of the capacitor mirror 3 Since it is -3518.74523 mm, it is the focal distance fC of the criteria of the optical element E. It is set to 1759.3726 mm (fC = -Rc / 2). Therefore, he can understand that equipment is constituted by the compact, being set to $|fF/fC| = 0.052$, filling the relation shown by the top formula, and maintaining a good lighting field.

[0054] By the way, it is necessary to make good the lighting properties (lighting distribution, telecentricity, etc.) in the reflective mask 5 or the photosensitive substrate 7 as an irradiated body with the gestalt of operation shown in drawing 1.

[0055] First, the principle and adjustment device of adjustment of lighting distribution of the reflective mold mask 5 as an irradiated body or the photosensitive substrate 7 are explained, referring to drawing 1 and drawing 23. In addition, the flux of light which has normal-distribution-like (shape of Gaussian distribution) intensity distribution from the light source means 1 shown in drawing 1 shall be supplied.

[0056] Here, drawing 23 shows the situation of the illuminance distribution (or optical intensity distribution) formed in the lighting field IF of the shape of radii formed on the reflective mold mask 5 or the photosensitive substrate 7 in the gestalt of operation shown in drawing 1.

[0057] However, in drawing 23, IN shows an illuminance (or optical reinforcement), and it is DI1. A scanning direction (the scan exposure direction) is shown, and IDa2 shows the non-scanning direction DI 2 (direction which intersected perpendicularly with the scanning direction DI 1). Moreover, it sets to (a) of drawing 23, (b), and (c), and IDa1, IDb1, and IDc1 are a scanning direction DI 1. The illuminance distribution which can be set is shown and IDa2, IDb2, and IDc2 show the illuminance distribution in the non-scanning direction DI 2 (direction which intersected perpendicularly with the scanning direction DI 1). In addition, scanning direction DI 1 in drawing 23 In the example shown in drawing 1, it corresponds in the direction of X, and the non-scanning direction DI 2 (direction which intersected perpendicularly with the scanning direction DI 1) in drawing 23 corresponds in the direction of Y in the example shown in drawing 1.

[0058] In the non-scanning direction DI 2 (direction which intersected perpendicularly with the scanning direction DI 1) of the lighting field IF of the shape of radii formed on the reflective mold mask 5 or the photosensitive substrate 7 as shown in (b) of drawing 23 When the illuminance distribution IDb2 symmetrical with a revolution has occurred, it is a scanning direction DI 1. A dip illuminance component (illuminance component which inclined conversely with illuminance

distribution IDb1 in the scanning direction DI 1) which amends the illuminance distribution IDb1 which can be set is given. This can amend the illuminance distribution IDb2 symmetrical with a revolution.

[0059] Then, the 1st shaft Ax1 which becomes parallel to the flux of light core (illumination-light shaft Axc) by the side of injection of the light source means 1, a rectangular cross, and the direction of Y with the gestalt of operation shown in drawing 1 It considers as a core and only the specified quantity makes the light source means 1 incline so that it may be shown in the direction T1 of an arrow head. Thereby, the illuminance distribution IDb2 symmetrical with a revolution shown in (b) of drawing 23 is amended, consequently becomes flat [illuminance distribution IDb2].

[0060] Moreover, it sets to the non-scanning direction DI 2 (direction which intersected perpendicularly with the scanning direction DI 1) of the lighting field IF of the shape of radii formed on the reflective mold mask 5 or the photosensitive substrate 7 as shown in (c) of drawing 23 . When the illuminance distribution IDc2 with a dip component has occurred, a dip illuminance component (illuminance component toward which illuminance distribution IDc2 inclined conversely in the non-scanning direction DI 2) which amends the illuminance distribution IDc2 in the non-scanning direction DI 2 (direction which intersected perpendicularly with the scanning direction DI 1) is given. The illuminance distribution IDc2 which has a dip component by this can be amended.

[0061] Then, the 2nd shaft Ax2 which becomes parallel to the flux of light core (illumination-light shaft Axc) by the side of injection of the light source means 1, a rectangular cross, and a Z direction with the gestalt of operation shown in drawing 1 When it considers as a core and only the specified quantity makes the light source means 1 incline so that it may be shown in the direction T2 of an arrow head, the illuminance distribution IDc2 symmetrical with a revolution shown in (c) of drawing 23 is amended, consequently becomes flat [illuminance distribution IDc2].

[0062] in addition, the 1st shaft Ax1 shown in drawing 1 And the 2nd shaft Ax2 if the relation which intersects perpendicularly mutually is filled — the 1st shaft Ax1 the location of arbitration which becomes parallel to a Y-axis — moreover, the 2nd shaft Ax2 can be set as setting out in the location of arbitration which becomes parallel to the X-axis, respectively.

[0063] Now, the principle and adjustment device of adjustment of telecentricity of the reflective mold mask 5 as an irradiated body or the photosensitive substrate 7 are explained below, referring to drawing 1 and drawing 24 .

[0064] Here, drawing 24 shows typically the situation of the telecentricity (perpendicularity of a chief ray to the parallelism or the irradiated plane of a chief ray which carries out a lighting optical-axis pair) formed in the lighting field IF of the shape of radii formed on the reflective mold mask 5 or the photosensitive substrate 7 in the gestalt of operation shown in drawing 1 . Namely, although the gestalt of operation shown in drawing 1 is typically shown in order that drawing 24 may make an understanding easy The aperture diaphragm 120 which specifies the secondary light source by drawing 24 corresponds to the reflective mold optical integrator 2 of the example shown in drawing 1 , and each example mentioned later. The optical member 130 corresponds to the capacitor reflecting mirror 3 of the example shown in drawing 1 , and each example mentioned later, and an irradiated plane 140 corresponds to the reflective mold mask 5 or the photosensitive substrate 7 of the example shown in drawing 1 , and each example mentioned later.

[0065] The condition that the light source side focal location F of the optical member 130 agrees at the core of an aperture diaphragm 120, and (a) becomes a tele cent rucksack (TERESEN) thoroughly in drawing 24 is shown. The condition that (b) carried out eccentricity only of the amount delta 1 of displacement relatively in the direction in which the optical axis Ax and the core of an aperture diaphragm 120 crossed at right angles to the light source side focal location F of the optical member 130, and the dip component (dip TERESEN) was given to telecentricity is shown. (c) shows the condition (scale-factor TERESEN has occurred) that the light source side focal location of the optical member 130 and the core of an aperture diaphragm 120 displace only the amount delta 2 of displacement in accordance with an optical axis, and

telecentricity changes isotropic according to the location from an optical axis Ax.

[0066] the case where the dip component (dip TERESSEN) have occur in telecentricity in the lighting field IF of the shape of radii form on the reflective mold mask 5 or the photosensitive substrate 7 as show in (b) of drawing 24 — the optical member 130 — receive — an aperture diaphragm 120 — hard flow (it meet in the direction which intersected perpendicularly with the optical axis Ax, and it be a lower part) — a variation rate — the eccentricity only of amount-delta 1 carry out, and the dip TERESSEN component which inclined to hard flow give. This can amend the dip component of telecentricity.

[0067] So, with the gestalt of operation shown in drawing 1 , when only the specified quantity moves the reflective mold optical integrator 2 along the field (YZ flat surface) which intersected perpendicularly with the illumination-light shaft Axc (the direction of X), the dip component of telecentricity as shown in (b) of drawing 24 is amended.

[0068] Moreover, it sets to the lighting field IF of the shape of radii formed on the reflective mold mask 5 or the photosensitive substrate 7 as shown in (c) of drawing 24 . When telecentricity changes isotropic according to the location from an optical axis (scale-factor TERESSEN has occurred) the optical member 130 — receiving — an aperture diaphragm 120 — an optical axis Ax — meeting — hard flow (an optical axis Ax is met and it is the left lateral) — a variation rate — only amount-delta 2 make it move and the telecentricity (scale-factor TERESSEN component of hard flow) of hard flow is given isotropic according to the location from an optical axis Ax. Change of the telecentricity generated isotropic according to the location from an optical axis Ax by this can be amended.

[0069] then, optical axis Axc when only the specified quantity moves the reflective mold optical integrator 2 in accordance with the illumination-light shaft Axc (the direction of X), as shown in (c) of drawing 24 R> 4 with the gestalt of operation shown in drawing 1 from — change of the telecentricity generated isotropic according to a location is amended.

[0070] Now, the adjustment flow of the lighting properties (lighting distribution, telecentricity, etc.) in the photosensitive substrate 7 as an irradiated body is explained below, referring to drawing 1 and drawing 25 R> 5 below.

(Step 1) First, at step 1, the mask for lighting property measurement which has a uniform reflector is laid in a mask stage MS, and the optical property in the front face (image formation side of the projection system 6) of the photosensitive substrate 7 is measured. In addition, in measuring a lighting property after an exposure process, it exchanges for the above-mentioned mask for lighting property measurement the reflective mask 5 for exposure laid on the mask stage MS.

[0071] When setting out of the mask for lighting property measurement in a mask stage MS is completed, a control system 8 is a drive system D2. It minds, the substrate stage WS is moved and the sensor IS for lighting property measurement formed in the end of the substrate stage WS is located in the image formation side (or exposure visual field) of the projection system 6. and the control system 8 — drive system D2 minding and carrying out two-dimensional migration of the substrate stage WS into the image formation side (or exposure visual field) of the projection system 6 — the sensor IS for lighting property measurement — the lighting property information in the image formation side (or exposure visual field) of the projection system 6 — the shape of a two-dimensional matrix — being detectable . The output signal from the sensor IS for lighting property measurement obtained for every location within the image formation side (or exposure visual field) of the projection system 6 is inputted into a control system 8, and the lighting property information (illuminance distribution, telecentricity, etc.) in the image formation side (or exposure visual field) of the projection system 6 is displayed with the non-illustrated display by which the measurement result was electrically connected with the control system 8. (Step 2) Based on the measurement result obtained in the above-mentioned step 1, a control system 8 judges whether a current lighting property is permissible, after performing a predetermined operation. When the measured lighting property can be permitted, it completes, and the flow of the adjustment process shown in drawing 25 exchanges for the reflective mask 5 for exposure the mask for lighting property measurement laid on the mask stage MS, and starts exposure actuation.

[0072] On the other hand, when the measured lighting property cannot be permitted, step 3 as an adjustment process shifts.

(Step 3) After a control system 8 computes the amount of amendments of a lighting property based on the measurement result obtained in the above-mentioned step 1, they are the 1st adjustment system (drive system) AD 1 – the 4th adjustment system (drive system) AD 4. At least one is made to drive, for example, amendment of illuminance distribution and amendment of telecentricity are performed.

[0073] Specifically, it is the 1st adjustment system AD 1. It is based on an output from a control system 8, and is the 1st shaft Ax1. It considers as a core and the light source means 1 is made to incline so that it may be shown in the direction T1 of an arrow head. The illuminance distribution IDb2 symmetrical with a revolution which met in the direction of Y in the circular lighting field IF (an exposure field or exposure visual field of the projection system 6) formed on a substrate 7 by this is amended, and illuminance distribution IDb2 becomes flat (see the (b) of drawing 23).

[0074] Moreover, the 2nd adjustment system AD 2 It is based on an output from a control system 8, and is the 1st shaft Ax1. The 2nd shaft Ax2 which intersects perpendicularly It considers as a core and the light source means 1 is made to incline so that it may be shown in the direction T2 of an arrow head. The illuminance distribution IDc2 with the dip component which met in the direction of Y in the circular lighting field IF (an exposure field or exposure visual field of the projection system 6) formed on a substrate 7 by this is amended, and illuminance distribution IDc2 becomes flat (see the (c) of drawing 23).

[0075] Moreover, the 3rd adjustment system AD 3 Based on the output from a control system 8, the reflective mold optical integrator 2 is moved along the field (YZ flat surface) which intersected perpendicularly with the illumination-light shaft Axc (the direction of X) (eccentricity). Thereby, the dip component (dip TERESSEN) of telecentricity is amended (see the (b) of drawing 24).

[0076] Moreover, the 4th adjustment system AD 4 Based on the output from a control system 8, the reflective mold optical integrator 2 is moved in accordance with the illumination-light shaft Axc (the direction of X). Thereby, change (scale-factor TERESSEN) of the telecentricity generated isotropic according to the location from an optical axis is amended (see the (c) of drawing 24).

[0077] The above 1st adjustment system (drive system) AD 1 – the 4th adjustment system AD 4 (drive system) After making at least one drive, for example, completing amendment of illuminance distribution, and amendment of telecentricity, the lighting property in the image formation side (or exposure visual field) of return and the projection system 6 is again measured to step 1. And when the measured lighting property can be permitted according to the check of the lighting property in the image formation side (or exposure visual field) of the projection system 6 in step 1, the adjustment flow shown in drawing 25 is completed. Then, the mask for lighting property measurement laid on the mask stage MS is exchanged for the reflective mask 5 for exposure, and exposure actuation is started.

[0078] Moreover, according to the check of the lighting property in the image formation side (or exposure visual field) of the projection system 6 in step 1, when the measured lighting property is nonpermissible, step 3 shifts and an adjustment process is performed. And the process of step 1 – step 3 winds until it is judged in the measurement process in step 1 that a lighting property is permissible, and it is *****.

[0079] In addition, the adjustment flow shown in drawing 25 may be performed not only the automatic control by the control system 8 but in manual. for example, mechanical **** to which an operator can adjust these four adjustment systems (AD1-AD4), without considering four adjustment systems (AD1 – AD4) as control by the control system 8 although the control system 8 is controlling drive systems (AD1 – AD4), such as a motor as an adjustment system, by the above step 3 — it is good also as an electric adjustment device. In this case, based on the measurement result of step 1, an operator can perform amendment of illuminance distribution, and amendment of telecentricity through four adjustment systems (AD1 – AD4).

[0080] moreover, although the measurement process in the above step 1 explained the example

which was alike in respect of the image formation of the projection system 6 (or exposure visual field) using the sensor IS for lighting property measurement formed in the end of the substrate stage WS, and measured the lighting property. The sensor IS for lighting property measurement is formed in a mask stage MS at an end, and you may make it measure the two-dimensional lighting property in the lighting field IF of an illumination system (1-4) using this sensor IS for lighting property measurement. In this measurement, the mask for lighting property measurement can be made unnecessary.

[0081] Now, the gestalt of the 2nd operation by this invention is explained below, referring to drawing 8, drawing 9, drawing 10, and drawing 11 R> 1. Although the gestalt of the above operation [1st] showed the example which constituted multi-light source formation optical system (optical integrator) only from the one reflective elements 2, the gestalt of the 2nd operation shows the example which constituted multi-light source formation optical system (optical integrator) from the two reflective elements (20a, 20b).

[0082] Drawing 8 is drawing by this invention showing the 2nd rough configuration of the gestalt of operation, and drawing 9 is the front view showing the configuration of the two reflective elements (20a, 20b) as multi-light source formation optical system (optical integrator). Drawing 10 is each reflective component E1 which constitutes 1st reflective elements 20a. It is each reflective component E2 from which it is drawing showing a configuration, and drawing 11 constitutes 2nd reflective elements 20b. It is drawing showing a configuration. Drawing 12 R> 2 is drawing showing an operation of the two reflective elements (20a, 20b) as multi-light source formation optical system (optical integrator) shown in drawing 8.

[0083] As shown in drawing 8, the X-ray emission equipment 1 as a light source means is a synchrotron generator which supplies synchrotron orbital radiation with the laser plasma X line source and the wavelength of 10nm - 15nm which emit an X-ray with the wavelength of 10nm - 15nm. The synchrotron orbital radiation (X-ray) supplied from X-ray emission equipment 1 is emitted towards the multi-light source formation optical system (optical integrator) 2.

[0084] Here, the multi-light source formation optical system (optical integrator) 2 consists of the 1st reflective elements 20a and the 2nd reflective elements 20b. First, 1st reflective elements 20a is explained. 1st reflective elements 20a is the predetermined base plane Pa vertical to YZ flat surface. It meets and is many 1st reflective component (optical element) E1. It is arranged densely two-dimensional and constituted. Specifically, 1st reflective elements 20a is the reflective component E1 with the reflective curved surface in which the profile (appearance) was formed in the shape of radii as shown in (a) of drawing 9. It has a large number. And this 1st reflective elements 20a is ****(ing) the train of the 1st reflective component by which the a large number array was carried out along with the Z direction five times along the direction of Y. And the train of the 1st reflective component of these five trains is constituted so that it may become a circle configuration mostly as a whole.

[0085] In addition, the profile configuration (radii configuration) of the reflective component E is the configuration of the radii-like lighting field IF and parallelism which are formed on the reflective mask 5 as an irradiated plane mentioned later. Each reflective component E1 It has the configuration which started the one section of the reflective curved surface of the predetermined radius of curvature RE1 in the predetermined field which carried out eccentricity from the optical axis AxE1 so that a profile (appearance) might become circular as shown in (a) of drawing 10, and (b), and is this circular reflective component E1. A core CE 1 is the height hE from an optical axis AxE1. It is in a location. Therefore, each reflective component E1 The reflector which carried out eccentricity consists of eccentric spherical-surface mirrors which have the predetermined radius of curvature RE1, as shown in (b) of drawing 10.

[0086] Therefore, as shown in (b) of drawing 10, it is the reflective component E1. The synchrotron orbital radiation (X-ray) L which carries out incidence from [predetermined] across to an optical axis AxE1 is the reflective component E1. It is condensed by the field PFO (location distant from the optical axis AxE1) vertical to the focal location FE 1, and the light source image I is formed. In addition, reflective component E1 at this time A focal distance fE1 is the reflective component E1. The top-most vertices OE1 and the reflective component E1 of a reflective curved surface It becomes the distance between the focal locations FE 1 of a reflective curved

surface, and is the reflective component E1. If it is the radius of curvature RE1 of a reflective curved surface, the relation of a degree type (3) will be materialized.

(3) If it returns and explains to $fE1 = -RE1 / 2$ drawing 8, the synchrotron orbital radiation (X-ray) which carries out oblique incidence to 1st reflective elements 20a from a predetermined direction Many reflective components E1 They are many reflective components E1 to the location Pb (location of the front face of each reflective component which constitutes 2nd reflective elements 20b) as for which wavefront splitting was carried out to the shape of radii by reflex action and which shifted from incoming beams by it. The light source image I corresponding to a number is formed. Reflective component E1 of a large number which constitute 1st reflective elements 20a if it puts in another way If synchrotron orbital radiation L shall carry out incidence from across to each optical axis AxE1, it is each optical axis AxE by reflective condensing operation of each reflective component E1. Field Pb passing through the focal location FE 1 which exists upwards The light source image I is formed, respectively. Much secondary light sources are substantially formed in the field Pb in which many light source images I are formed (PFo of drawing 10).

[0087] field Pb in which the light source image I of these large number is formed **** — as shown in (b) of drawing 9, 2nd reflective elements 20b is arranged and it is. Here, the flux of light in which the synchrotron orbital radiation supplied from radiation light equipment 1 has an angle of divergence in a certain range in addition to the parallel flux of light is emitted. for this reason, 1st reflective elements 20a — field Pb **** — the light source image I with a certain magnitude is formed. Therefore, this 2nd reflective elements 20b functions as a field mirror group, in order to use effectively the synchrotron orbital radiation supplied from radiation light equipment 1. Namely, 2nd reflective component E2 of a large number which constitute 2nd reflective elements 20b It has the function as a field mirror, respectively.

[0088] When the configuration of 2nd reflective elements 20b is explained, 2nd reflective elements 20b meets the 2nd predetermined base plane (field Pb in which many light source images I are formed) vertical to YZ flat surface, and is many 2nd reflective component (optical element) E2. It is arranged densely two-dimensional and constituted. As shown in (b) of drawing 9, specifically, 2nd reflective elements 20b has many reflective components E2 in which a profile (appearance) has the ***** curved surface formed in the shape of a rectangle. And this 2nd reflective elements 20b is ****(ing) the train of the 2nd reflective component by which the a large number array was carried out along with the Z direction five times along the direction of Y. And the train of the 2nd reflective component of these five trains is constituted so that it may become a circle configuration mostly as a whole.

[0089] Namely, 2nd reflective component E2 of a large number which constitute 2nd reflective elements 20b 1st reflective component E1 of a large number which constitute 1st reflective elements 20a It counters mutually and is arranged, respectively so that it may be set to 1 to 1. Here, it is each reflective component E2. As shown in (a) of drawing 11, and (b) It has the configuration which started the one section of the reflective curved surface of the predetermined radius of curvature RE2 in the predetermined field including an optical axis AxE2 so that a profile (appearance) might become rectangle-like, and is this rectangle-like reflective component E2. A core CE 2 is this reflective component E2. It is in agreement with an optical axis AxE2. Therefore, each reflective component E2 A reflector consists of concentric-spheres side mirrors which have the predetermined radius of curvature RE2, as shown in (a) of drawing 11, and (b).

[0090] In addition, a function is obtained by the two reflective elements with the 1st and 2nd reflective elements as the light source image formation optical system which forms many light source images I, i.e., multi-light source formation optical system which forms much secondary light sources. The flux of light from many light source images I reflected by 2nd reflective elements 20a is the optical axis Axc as capacitor optical system. Incidence is carried out to the capacitor reflecting mirror 3 which it has. This capacitor reflecting mirror 3 is an optical axis AxC. It receives, and consists of one eccentric spherical-surface mirror which carried out eccentricity, and this eccentric spherical-surface mirror is the predetermined radius of curvature Rc. It has. The focal location of this capacitor reflecting mirror 3 is the secondary surface of

light source P2 in which many light source images I are formed of 2nd optical element group 20a. It is in agreement and is the center of curvature Oc of the capacitor reflecting mirror 3. It exists in the center position (location where an optical axis Axc and the field P2 in which the light source image I is formed cross) of the light source image I of a large number formed on the 2nd reflective elements, or the core of the optical element group 2.

[0091] In addition, optical axis Axc of the capacitor reflecting mirror 3 Optical element E2 of a large number which constitute 2nd optical element group 20b although it is parallel to each optical axis AxE1 of optical element E1 </SUB> of a large number which constitute 1st optical element group 20a It is not parallel to each optical axis AxE2. that is, optical element E2 of a large number which constitute 2nd optical element group 20b since the flux of light which carried out oblique incidence carried out vertical incidence of each optical axis AxE2, it is needed — only the one half of the incident angle of a beam of light leans.

[0092] Now, each flux of light from many light source images I reflected by 2nd reflective elements 20a illuminates the reflective mold mask 5 as an irradiated plane in superposition in the shape of radii through the plane mirror 4 as a deflection mirror, after reflective condensing is carried out with the capacitor reflecting mirror 3, respectively. It is the optical axis AxP of the projection system which shows the situation of the lighting field IF of the shape of radii formed on the reflective mold mask 5, and shows the center of curvature OIF of the radii-like lighting field IF to drawing 1 when drawing 4 is seen from the rear face of the direction 5 shown by the arrow head A of drawing 8, i.e., a reflective mold mask. It exists upwards. Moreover, when the flat-surface mirror 4 of drawing 8 is removed temporarily, the exposure field IF is formed in the location of the irradiated plane IP of drawing 8, and the center of curvature OIF of the lighting field IF at this time is the optical axis AxC of the capacitor optical system 3. It exists upwards.

[0093] Therefore, at the example shown in drawing 8, it is the optical axis AxC of the capacitor optical system 3. It is the optical axis AxC of the capacitor optical system 3 at reflector 4a of imagination of the flat-surface mirror 4 shown in drawing 8 although 90 degrees is not deflected by the flat-surface mirror 4. If 90 degrees is deflected, it will be the optical axis AxC of the capacitor optical system 3. Optical axis AxP of the projection system 6 On the reflective mask 5, it becomes the same axle. For this reason, it can be said that these optical axis (AxC and AxP) are the same axes optically. Therefore, the capacitor optical system 3 and the projection system 6 are arranged so that each optical axis (AxC and AxP) may pass along the center of curvature OIF of the radii-like lighting field IF optically.

[0094] Now, the predetermined circuit pattern is formed in the front face of the reflective mold mask 5, and this reflective mold mask 5 is held two-dimensional along the inside of XY flat surface in the movable mask stage MS. Image formation of the light which reflected this reflective mold mask 5 is carried out on the wafer 7 with which the resist as a photosensitive substrate was applied through the projection system 6, and the projection imprint of the pattern image of the reflective radii-like mask 5 is carried out here. The wafer 7 is held two-dimensional along the inside of XY flat surface on the movable substrate stage WS.

[0095] Here, a mask stage MS is the 1st drive system D1. It minds, and moves two-dimensional along the inside of XY flat surface, and the substrate stage WS is the 2nd drive system D2. It minds and moves two-dimensional along the inside of XY flat surface. As for these two drive systems (D1 and D2), each amount of actuation is controlled by the control system 8. Therefore, when a control system 8 moves mutually a mask stage MS and the substrate stage WS to an opposite direction (the direction of an arrow head) through two drive systems (D1 and D2), scan exposure of the whole pattern currently formed on the reflective mold mask 5 is carried out on a wafer 7 through the projection system 6. Since the good circuit pattern in the optical lithography process which manufactures a semiconductor device is imprinted on a wafer 7 by this, a good semiconductor device can be manufactured.

[0096] optical axis AxP the gestalt of the 1st operation explained the projection system 6 which it has — as — the optical axis AxC from — it consists of cutback systems of a male axis mold which have four aspheric surface mirrors (6a-6d) which have an effective reflector in the distant location. The 1st, 3rd, and 4th aspheric surface mirrors (6a, 6c, 6d) consist of aspherical mirrors of a concave surface mold, and 2nd aspheric surface mirror 6b consists of aspherical mirrors of

a convex mold. the pupil of the projection system 6 — the reflecting surface top of 3rd aspheric surface mirror 6c — existing — location PS of this pupil **** — the aperture diaphragm etc. is prepared.

[0097] Now, an operation of the 1st and 2nd reflective elements (20a, 20b) of the example shown in drawing 8 is explained below, referring to drawing 12 R> 2. Drawing 12 is drawing having expanded and shown the part of the lighting system which illuminates the reflective mask 5 shown in drawing 8. In drawing 12 In order to give explanation intelligible, the flat-surface mirror 4 shall be omitted, and 1st reflective elements 20a shall consist of two reflective components (Ea1, Eb1), and 2nd reflective elements 20b shall consist of two reflective components (Ea2, Eb2).

[0098] 1st reflective elements 20a is the 1st predetermined base plane P1. The 1st two reflective component (Ea1, Eb1) arranged by meeting is included, and it is the predetermined base plane Pa. It is a location [****] or near the location [****] optically with the reflective mask 5 as an irradiated plane. Moreover, 2nd reflective elements 20b is the 2nd predetermined base plane Pb. The predetermined base plane Pb exists a location [****] or near the location [****] optically with the pupil of the projection system 6 including the 1st two reflective component (Ea2, Eb2) arranged by meeting.

[0099] As shown in drawing 12, the synchrotron orbital radiation (X-ray) shown as the continuous line which carries out incidence from the direction in the reflective component Ea1 in 1st reflective elements 20a Wavefront splitting is carried out to the radii-like flux of light so that it may correspond to the profile configuration of the reflector of the reflective component Ea1. The flux of light (flux of light shown as a continuous line) of the shape of the radii by which wavefront splitting was carried out It is the light source image I1 by condensing operation of the reflector of the reflective component Ea1 to the end on the reflective component Ea2 in 2nd reflective elements 20b. It forms.

[0100] Moreover, the synchrotron orbital radiation (X-ray) shown by the dotted line which carries out incidence to the reflective component Ea1 in 1st reflective elements 20a from another direction Wavefront splitting is carried out to the radii-like flux of light so that it may correspond to the profile configuration of the reflector of the reflective component Ea1. The flux of light (flux of light shown by the dotted line) of the shape of the radii by which wavefront splitting was carried out It is the light source image I2 by condensing operation of the reflector of the reflective component Ea1 to the other end on the reflective component Ea2 in 2nd reflective elements 20b. It forms.

[0101] Therefore, when the synchrotron orbital radiation of the include-angle range shown by the continuous line and the dotted line carries out incidence to the reflective component Ea1 in 1st reflective elements 20a, on the reflective component Ea2 in 2nd reflective elements 20b, it is the light source image I1. Light source image I2 The light source image of magnitude to which between was connected is formed. Then, it is condensed by reflective condensing operation (operation of a field mirror) of the reflective component Ea2 in 2nd reflective elements 20b, and it is condensed by reflective condensing operation of the reflector of the capacitor optical system 3, and further, radii lighting of the flux of light from these two light source images (I1 and I2) is carried out so that the reflective mold mask 5 may be superimposed from a 2-way. In addition, the direction of space of drawing 12 R> 2 turns into the cross direction of the lighting field of the shape of radii formed on the reflective mold mask 5.

[0102] Moreover, since the optical operation by the reflective component Eb1 in 1st reflective elements 20a and the reflective component Eb2 in 2nd reflective elements 20b is the same as the optical operation by the reflective component Ea1 in 1st reflective elements 20a mentioned above, and the reflective component Ea2 in 2nd reflective elements 20b, explanation is omitted. Thus, since the light from the light source image of a large number formed of the two reflective elements (20a, 20b) illuminates the reflective mold mask 5 top in superposition in the shape of radii, efficient uniform lighting can be attained. And since the flux of light from a light source image with magnitude is made to condense efficiently according to an operation (operation of a field mirror) of each reflective component E in 2nd reflective elements 20b, magnitude of the capacitor optical system 3 can be used as a compact.

[0103] By the way, the gestalt of the 2nd operation shown in drawing 8 explains the adjustment device for making good the lighting properties (lighting distribution, telecentricity, etc.) in the reflective mask 5 or the photosensitive substrate 7 as an irradiated body. In addition, the flux of light which has normal-distribution-like (shape of Gaussian distribution) intensity distribution from the light source means 1 shown in drawing 8 shall be supplied.

[0104] First, the sensor IS for lighting property measurement formed in the end of the substrate stage WS detects the lighting property information in the image formation side (or exposure visual field) of the measured projection system 6. Then, a control system 8 judges whether based on the measurement result in the sensor IS for lighting property measurement, a current lighting property is permissible, after performing a predetermined operation. A control system 8 is the 1st adjustment system (drive system) AD 1 – the 4th adjustment system (drive system) AD 4, after computing the amount of amendments of a lighting property based on [when the measured lighting property is nonpermissible] the above-mentioned measurement result. At least one is made to drive, for example, amendment of illuminance distribution and amendment of telecentricity are performed.

[0105] Here, it is the 1st adjustment system AD 1. It is based on an output from a control system 8, and is the 3rd predetermined shaft Ax3 parallel to a Y-axis. It considers as a core and only the specified quantity makes the light source means 1 incline, as shown in direction T3 of an arrow head. The illuminance distribution IDb2 symmetrical with a revolution which met in the direction of Y in the circular lighting field (an exposure field or exposure visual field of the projection system 6) IF formed on a substrate 7 by this is amended, and illuminance distribution IDb2 becomes flat (see the (b) of drawing 23).

[0106] Moreover, the 2nd adjustment system AD 2 It is based on an output from a control system 8, and is the 3rd shaft Ax3 of the above. Only the specified quantity makes the light source means 1 incline, as shown in direction T four of an arrow head centering on the 4th shaft Ax4 (shaft parallel to the Z-axis) which intersected perpendicularly. The illuminance distribution IDc2 with the dip component which met in the direction of Y in the circular lighting field (an exposure field or exposure visual field of the projection system 6) IF formed on a substrate 7 by this is amended, and illuminance distribution IDc2 becomes flat (see the (c) of drawing 23).

[0107] Moreover, the 3rd adjustment system AD 3 Based on the output from a control system 8, only the specified quantity moves the two reflective elements (20a, 20b) as a reflective mold optical integrator 2 in one along the field (YZ flat surface) which intersected perpendicularly with the flux of light core illumination-light shaft Axc (X-axis) (eccentricity). Thereby, the dip component (dip TERESSEN) of telecentricity is amended (see the (b) of drawing 24).

[0108] Moreover, the 4th adjustment system AD 4 It is based on an output from a control system 8, and is the illumination-light shaft Axc about the two reflective elements (20a, 20b) as a reflective mold optical integrator 2. Only the specified quantity makes it move in the met direction (the direction of X) in one. Thereby, change (scale-factor TERESSEN) of the telecentricity generated isotropic according to the location from an optical axis is amended (see the (c) of drawing 24).

[0109] in addition, the 3rd shaft Ax3 shown in drawing 8 And the 4th shaft Ax4 if the relation which intersects perpendicularly mutually is filled — the 3rd shaft Ax3 the location of arbitration which becomes parallel to a Y-axis — moreover, the 4th shaft Ax4 can be set as setting out in the location of arbitration which becomes parallel to the X-axis, respectively.

[0110] As mentioned above, the 1st adjustment system (drive system) AD 1 – the 4th adjustment system AD (drive system) 4 By making at least one drive, the lighting property in the exposure visual field (exposure field) of the shape of radii formed on a substrate can be amended good.

[0111] in addition, mechanical **** to which an operator can adjust these four adjustment systems (AD1 – AD4), without the control system 8 shown in drawing 8 controlling four adjustment systems (AD1 – AD4) although explanation is omitted since adjustment actuation of the above lighting property is the same as that of the adjustment flow of drawing 25 mentioned above — it is good also as an electric adjustment device. In this case, based on the measurement result by the sensor IS for lighting property measurement (lighting property

metering device), an operator can perform amendment of illuminance distribution, and amendment of telecentricity through four adjustment systems (AD1 – AD4).

[0112] moreover, although drawing 8 explained the example which was alike in respect of the image formation of the projection system 6 (or exposure visual field) using the sensor IS for lighting property measurement formed in the end of the substrate stage WS, and measured the lighting property The sensor IS for lighting property measurement is formed in a mask stage MS at an end, and you may make it measure the two-dimensional lighting property in the lighting field IF of an illumination system (1–4) using this sensor IS for lighting property measurement. In this measurement, the mask for lighting property measurement can be made unnecessary.

[0113] With the gestalt of operation shown in the above drawing 8, since re-image formation of the light source image formed in the front face of each reflective component in 2nd reflective elements 20b is carried out to the location PS of the pupil of the projection system 6 (entrance pupil of the projection system 6), the so-called Koehler illumination is attained. as the gestalt of the above operation [2nd] show, wavelength, such as an X-ray, be 100 nm. the lighting field of the shape of a radii with a uniform illuminance form efficiently on a mask, keep the conditions of Koehler illumination substantial, even if it constitute all the lighting systems and projection systems from a reflective mold member and a reflective mold component, in order to expose a mask pattern to the photosensitive substrate 7 using have – following and an certain angle of divergence light.

[0114] Moreover, although the example made into the reflector of the shape of the spherical surface which carried out eccentricity of both the capacitor mirrors 3 that constitute each reflective component (E1 and E2) and capacitor optical system which are shown in drawing 8, and which constitute the 1st and 2nd reflective elements (20a, 20b) from a gestalt of the 2nd operation was described, it cannot be overemphasized that these can be made into the aspheric surface, either. Moreover, at the gestalt of the 2nd operation shown in drawing 8, it is the optical axis AxC of the capacitor optical system 3. Optical axis AxP of the projection system 6 Although the example which has arranged the capacitor optical system 3 and the projection system 6 was shown so that it might intersect perpendicularly mutually As shown in drawing 13, arrangement of the deflection mirror (flat-surface mirror) 4 is changed, and it also sets on physical arrangement, and it is the optical axis AxC of the capacitor optical system 3. Optical axis AxP of the projection system 6 The capacitor optical system 3 and the projection system 6 may be arranged so that it may become the same axle.

[0115] Now, the modification of the gestalt of the 2nd operation shown in drawing 8 is explained below, referring to drawing 14 and drawing 15. In this example, in order to improve further the lighting effectiveness in the 1st and 2nd reflective elements (20a, 20b) shown in (a) of drawing 9, and (b), it considers as the configuration which shows the 1st and 2nd reflective elements (20a, 20b) shown in drawing 8 to drawing 14 and drawing 15.

[0116] First, if the configuration of 1st reflective elements 20a is explained, as shown in (a) of drawing 14, 1st reflective elements 20a is ****(ing) the train of the 2nd reflective component by which the a large number array of the 1st reflective component of a large number which have a radii-like profile (appearance) was carried out along with the Z direction three times along the direction of Y. Train GE11 of the 1st reflective component It consists of many reflective components (E11a – E11v). And train GE11 of this 1st reflective component The core (core of each reflective component) of the train of the 1st reflective component is crossed, and it is the shaft A1 parallel to the Z-axis. To a core, it is the train GE11 of the 1st reflective component. The reflective component of the arbitration to constitute is arranged in the condition that only the specified quantity made it rotate, respectively.

[0117] Moreover, train GE12 of the 2nd reflective component It consists of many reflective components (E12a – E12y). And train GE12 of this 2nd reflective component The core (core of each reflective component) of the train of the 2nd reflective component is crossed, and it is the shaft A2 parallel to the Z-axis. To a core, it is the train GE12 of the 2nd reflective component. The reflective component of the arbitration to constitute is arranged in the condition that only the specified quantity made it rotate, respectively.

[0118] Furthermore, train GE13 of the 3rd reflective component It consists of many reflective

components (E13a – E13v). And train GE13 of this 3rd reflective component The core (core of each reflective component) of the train of the 3rd reflective component is crossed, and it is axial A3 parallel to the Z-axis. To a core, it is the train GE13 of the 3rd reflective component. The reflective component of the arbitration to constitute is arranged in the condition that only the specified quantity made it rotate, respectively.

[0119] Next, when the configuration of 2nd reflective elements 20a is explained, it is the 2nd reflective component E2 of a large number in which 2nd reflective elements 20b has a square-like profile (appearance) mostly as shown in (b) of drawing 14. The train of the reflective component by which the a large number array was carried out along with the Z direction is **** (ed) nine times along the direction of Y, and the 1st subgroup GE21 to which 2nd reflective elements 20b becomes order from the reflective element array of three trains to the 1st train – the 3rd train from the train of (b) bottom of drawing 14 The 2nd subgroup GE22 which consists of a reflective element array of three trains to the 4th train – the 6th train It has the 3rd subgroup GE23 which consists of a reflective element array of three trains to the 7th train – the 9th train.

[0120] Here, it is the 1st subgroup GE21. Each reflective component E2 to constitute Train GE11 of the 1st reflective component in 1st [of the above-mentioned / front face] reflective elements 20a The light source image condensed by each reflective component (E11a–E11v) is formed, respectively. Moreover, the 2nd subgroup GE22 Each reflective component E2 to constitute 2nd reflective element array GE12 in 1st [of the above-mentioned / front face] reflective elements 20a The light source image condensed by each reflective component (E12a – E12y) is formed, respectively.

[0121] Furthermore, the 3rd subgroup GE23 Each reflective component E2 to constitute 3rd reflective element array GE13 in 1st [of the above-mentioned / front face] reflective elements 20a The light source image condensed by each reflective component (E13a – E13v) is formed, respectively. As shown in drawing 15, specifically, it is the 1st reflective element array GE11. Each reflective component (E11a – E11k) to constitute The core (main C1a–C1k of each reflective component) of the 1st reflective element array is crossed, and it is the shaft A1 parallel to the Z-axis. To a core, it is the train GE11 of the 1st reflective component. The reflective component of the arbitration to constitute is arranged in the condition that only the specified quantity made it rotate, respectively.

[0122] For example, reflective component E11a Shaft A1 In the clockwise direction (counter clockwise), after only the specified quantity (minute amount) has rotated, it is fixed to the core, and it is this reflective component E11a. The 1st subgroup GE21 Most upper reflective component E2 of eye the 3rd train Light source image Ia of the circle configuration which has a certain magnitude upwards It forms. Moreover, reflective component E11f Shaft A1 In the counterclockwise direction (clockwise rotation), after only the specified quantity (minute amount) has rotated, it is fixed to the core, and it is this reflective component E11f. The 1st subgroup GE21 Light source image If of the circle configuration which has a certain magnitude on the 2nd reflective component E2 from on the 1st train It forms.

[0123] Moreover, reflective component E11k Shaft A1 It is fixed without rotating to the circumference of a core, and is this reflective component E11k. The 1st subgroup GE21 Top the 2nd train to 4th reflective component E2 Light source image If of the circle configuration which has a certain magnitude upwards It forms. Reflective component E11k at this time An optical axis and the 1st subgroup GE21 The optical axis of each reflective component to constitute is parallel mutually.

[0124] The configuration shown in such drawing 15 is the 2nd reflective element array GE12 in 1st reflective elements 20a. The 2nd subgroup GE22 3rd reflective element array GE13 between and in 1st reflective elements 20a The 2nd subgroup GE23 Also in between, it is the same. As mentioned above, since a light source image with magnitude cannot be easily shaded by the profile (appearance) of the 2nd reflective component compared with the configuration of the 1st and 2nd reflective components (20a, 20b) shown in drawing 9 according to the configuration of the 1st and 2nd reflective components (20a, 20b) shown in drawing 14 and drawing 15, lighting effectiveness can be raised.

[0125] a reflective component (E —) with the profile (appearance) of the shape of radii in the 1st reflective elements which constitutes the at least 1 section of multi-light source means forming from a gestalt of the above the 1st and the 2nd operation Since E1 consists of eccentric mirrors which carried out eccentricity to the optical axis (Ax_E, Ax_{E1}) of the component, In order for what is necessary to be just to carry out aberration amendment only in the radii field in a certain image quantity (height which exists from an optical axis), the constraint on an optical design is substantially eased rather than the case where a non-eccentricity reflective component is designed. By it, the aberration generated with the reflective component in the 1st reflective elements can fully be suppressed. Therefore, in the irradiated plane of mask 5 grade, there is an advantage that very good uniform radii lighting is realizable.

[0126] Furthermore, since capacitor optical system and the aberration generated in capacitor optical system by constituting from an eccentric mirror system can fully be suppressed, the above advantage can be acquired in multiplication. In addition, although capacitor optical system can be constituted from one eccentric mirror, it is also possible to constitute from two or more eccentric mirrors. In addition, if it constitutes so that only a minute amount may make at least one side of the 1st reflective elements and the 2nd reflective elements which were shown with the gestalt of the 1st and the 2nd operation incline, the illuminance distribution in the lighting field of the shape of radii formed on an irradiated plane etc. can be adjusted. Furthermore, it may constitute so that only a minute amount may make at least one eccentric mirror which constitutes capacitor optical system move or incline in the predetermined direction (direction which intersects perpendicularly with the optical axis of capacitor optical system, or its optical axis), and the illuminance distribution in an arc-shaped lighting field etc. may be adjusted.

[0127] Moreover, in order to constitute equipment in a compact, maintaining a good lighting field, it cannot be overemphasized that it is desirable to satisfy relation for the conditional expression (2) which also mentioned above 1st reflective elements 20a and the capacitor optical system 3 in the gestalt of the 2nd operation. Furthermore, although the gestalt of each above operation showed the example which constituted the 1st optical element which constitutes multi-light source formation optical system, and the 2nd optical element from a reflective mirror, respectively, these may consist of lens elements of refractivity again. In this case, it cannot be overemphasized that the cross-section configuration of the lens element which constitutes the 1st optical element is good to consider as radii. In addition, in the above drawing 9 and drawing 14, 1st optical element group 20a and 2nd optical element group 20b which have arranged densely and constituted many reflective components (E1 and E2) so that there might be no clearance were shown, respectively. However, it sets in the 2nd optical element group shown in drawing 9 (b) and drawing 14 (b), and they are many reflective components E2. It is not necessarily necessary to arrange densely so that there may be no clearance. When the reason is explained, as mentioned above, in a 2nd optical element group 20b top or its near, it is each reflective component E2. It corresponds, respectively and many light source images are formed. And these light source image is each reflective component E2. As long as it is settled in the effective reflective field, quantity of light loss is not produced. Therefore, reflective component E2 of a large number in the 2nd optical element group when many light source images are discretely formed with a clearance in a 2nd optical element group 20b top or its near It can arrange discretely with a clearance.

[0128] Moreover, the reflective mold optical integrator shown in drawing 1, drawing 2, drawing 8, drawing 9, drawing 13, drawing 14, and drawing 15 Although it is considering as the configuration which has at least one or more reflective elements (2, 20a, 20b) in order to give the function which illuminates an irradiated body (a mask 5, substrate 7) to homogeneity, or it forms the secondary light source which has a predetermined configuration and magnitude The diffracted-light study component of a reflective mold may be used instead of the reflective elements. In this case, a reflective mold optical integrator can consist of diffracted-light study components of at least one or more reflective molds. In addition, it is same that a reflective mold optical integrator can be constituted from a diffracted-light study component of at least one or more reflective molds also in the gestalt of each operation shown in drawing 22 from drawing 16 described below.

[0129] By the way, the modification of the projection aligner which performs exposure actuation to drawing 16 according to step - and - scanning method concerning the gestalt of the 1st operation which were shown in drawing 1 is shown. The projection aligner shown in drawing 16 performs exposure actuation according to step - and - scanning method using the light (EUV light) of a 5nm - about 20nm soft-X-ray field. In addition, in drawing 16, the same sign is given to the member with the same function shown in drawing 1. Moreover, in drawing 16, the direction of an optical axis of the projection system which forms the cutback image of a mask 5 on a wafer 7 is made into a Z direction, space inboard which intersects perpendicularly with this Z direction is made into the direction of Y, and perpendicularly [space] it intersects with these YZ(s) direction is made into the direction of X. Moreover, in the equipment shown in drawing 16, drawing 17 R> 7 mentioned later and drawing 19 - drawing 21, although it has the driving gear (D1 and D2) to which a mask stage MS and the substrate stage WS are relatively moved to the projection system 6 as shown in drawing 1 and drawing 8, in drawing 17 and drawing 19 - drawing 21, it omits illustrating a mask stage MS and a driving gear (D1 and D2).

[0130] Now, an aligner projecting some images of the circuit pattern drawn by the reflective mold mask 5 as the projection original edition (mask) on the wafer 7 as a substrate through the projection system 6, as shown in drawing 16 By carrying out the relative scan of a mask 5 and the wafer 7 in the direction (the direction of Y) of one dimension to a projection optical system 9, the whole circuit pattern of a mask 5 is imprinted by the step and the scanning method to each of two or more shot fields on a wafer 7.

[0131] Here, since the soft X ray which is the illumination light for exposure has the low transmission to atmospheric air as shown in drawing 16, the optical path which EUV light passes is covered with the vacuum chamber 100, and is intercepted from the open air. A laser light source 10 has the function which supplies the laser beam of the wavelength of an infrared region - a visible range, for example, can apply an YAG laser, excimer laser, etc. by semiconductor laser excitation. It is condensed by the condensing optical member 11 and this laser beam condenses in a location 13. A nozzle 12 turns a gas-like body to the above-mentioned condensing location 13, and spouts, and this spouted body receives the laser beam of a high illuminance in a location 3. At this time, the spouted body becomes an elevated temperature with the energy of a laser beam, and it is excited by the plasma state, and in case it changes to a low potential condition, EUV light is emitted.

[0132] Around this location 3, the ellipse mirror 14 is arranged, and this ellipse mirror 14 is positioned so that that 1st focus may be mostly in agreement with the above-mentioned condensing location 13. The multilayer for reflecting EUV light is prepared in the internal surface of the ellipse mirror 14, and once the EUV light reflected here condenses with the 2nd focus of the ellipse mirror 14, it faces to a parabolic mirror (collimator reflecting mirror) 15. This reflecting mirror 15 is positioned so that that focus may be mostly in agreement with the 2nd focal location of the ellipse mirror 14, and the multilayer for reflecting EUV light is prepared in that internal surface.

[0133] The EUV light injected from a parabolic mirror 15 tends toward the reflective mold fly eye optical system 2 as an optical integrator in the condition of having been collimated mostly. In addition, condensing optical system is constituted by the condensing optical member 11, the ellipse mirror 14, and the parabolic mirror 15. This reflective mold fly eye optical system 2 consists of the 2nd reflective elements 20b which has two or more reflectors of 1st reflective elements 20a which comes to accumulate two or more reflectors (reflector of two or more reflective components E1), and 1st reflective elements 20a, and two or more corresponding reflectors (reflector of two or more reflective components E2). The multilayer for reflecting EUV light also on two or more reflectors which constitute these [1st] and the 2nd reflective elements 20a and 20b is prepared.

[0134] Here, while constitutes the reflective mold fly eye optical system 2, and 1st adjustable aperture-diaphragm AS1 for making adjustable numerical aperture (numerical aperture of an illumination system) of the flux of light which illuminates the reflective mold mask 5 is formed in the reflector location of 2nd reflective elements 120b, or the location of the near. This 1st adjustable aperture-diaphragm AS1 has adjustable opening of a circle configuration mostly, and

the diameter of opening of opening of 1st adjustable aperture-diaphragm AS1 serves as adjustable by the 1st drive system DR1.

[0135] Now, wavefront splitting of the EUV light collimated from the parabolic mirror 15 is carried out by 1st reflective elements 20a, the EUV light from each reflector is condensed, and two or more light source images are formed. Two or more reflectors of 2nd reflective elements 20b are positioned by each near the location in which the light source image of these plurality is formed, and, as for two or more reflectors of reflective elements 20b of these 2nd, the function of a field mirror is substantially achieved to it. Thus, the reflective mold fly eye optical system 2 forms many light source images as the secondary light source based on the abbreviation parallel flux of light from a parabolic mirror 15.

[0136] Now, the EUV light from the secondary light source formed of the reflective mold fly eye optical system 2 reaches on the reflective mold mask 5 through the optical-path bending mirror 4, after reflective condensing is carried out by this capacitor mirror 3 toward the capacitor mirror 3 positioned so that it might become a focal location near this secondary light source location. The multilayer in which EUV light is reflected is prepared in the front face of these capacitor mirror 3 and an optical-path bending mirror. And the capacitor mirror 3 condenses the EUV light emitted from the secondary light source, and carries out homogeneity lighting of the predetermined lighting field on the reflective mold mask 5 in superposition.

[0137] And the pattern of a multilayer which reflects EUV light is prepared on the reflective mold mask 5, and when image formation of the EUV light reflected from this reflective mold mask 5 is carried out by the projection system 6, the image of the reflective mold mask 5 is imprinted on the wafer 7 as a photosensitive substrate. in order [in addition,] to perform spatially optical-path separation with the illumination light which faces to the reflective mold mask 5, and the EUV light which is reflected with this reflective mold mask 5, and goes to the projection system 6 with this operation gestalt — an illumination system — non-telecentric system — it is — and the projection system 6 — mask side a non-calling cent — it is considering as rucksack optical system.

[0138] Moreover, although explanation is omitted since the configuration of the projection system 6 is the same as the configuration of the projection system 6 shown in drawing 1, the multilayer in which EUV light is reflected is prepared in the front face of four mirrors (6a-6d) which constitute the projection system 6 shown in drawing 16. By the way, although mirror 6c is arranged in the pupil location of the projection system 6 in drawing 17, or its near at arrangement, the 2nd adjustable aperture diaphragm which makes numerical aperture of the projection system 6 adjustable is prepared in the reflector of this mirror 6c, or its near. This 2nd adjustable aperture-diaphragm AS2 has adjustable opening of a circle configuration mostly, and the diameter of opening of opening of 2nd adjustable aperture-diaphragm AS2 serves as adjustable by the 2nd drive system DR2.

[0139] Here, it explains making adjustable the ratio (a coherence factor or sigma value) of the numerical aperture of an illumination system, and the numerical aperture of the projection system 6. In addition, if numerical aperture of an illumination system is set to NA1 and numerical aperture of the projection system 6 is set to NA2, it will be defined as a sigma value by $\text{sigma} = \text{NA}_1 / \text{NA}_2$. It is necessary to make adjustable the ratio of the numerical aperture of an illumination system, and the numerical aperture of the projection system 6 depending on the process of the pattern imprinted to whenever [detailed], and the wafer 7 of the pattern imprinted to a wafer 7, and to adjust resolution, the depth of focus, etc. of the projection system 6. For this reason, the exposure information (conveyance map of a wafer including exposure information etc.) about the exposure conditions for every wafer by which sequential installation is carried out, and the installation information on various kinds of masks by which sequential installation is carried out on a mask stage MS are inputted into the control unit 8 as a control system by the non-illustrated transport device through the input units IU, such as a console, on the wafer stage WS. This control device 8 distinguishes whether the ratio of the numerical aperture of an illumination system and the numerical aperture of the projection system 6 is changed based on the input from an input unit IU, whenever a wafer 7 is laid on the wafer stage WS. If it judges that a control unit 8 needs to change the ratio of the numerical aperture of an

illumination system, and the numerical aperture of the projection system 6, a control unit 8 will make at least one side of the two drive systems (DR1, DR2) drive, and will make adjustable one [at least] diameter of opening of 1st aperture-diaphragm AS1 and 2nd adjustable aperture-diaphragm AS2. Thereby, suitable exposure can be attained under various exposure conditions.

[0140] In addition, it is desirable to exchange for a reflecting mirror with a focal distance which is different from this in a reflecting mirror 15 according to making adjustable the diameter of opening of 1st aperture-diaphragm AS1. According to the magnitude of opening of 1st aperture-diaphragm AS1, the diameter of the flux of light of the EUV light which carries out incidence to the reflective mold fly eye optical system 2 can be changed by this, and the lighting under a suitable sigma value is attained, maintaining high lighting effectiveness.

[0141] By the way, in the gestalt of operation shown in drawing 16, the adjustment device for making good the lighting properties (lighting distribution, telecentricity, etc.) in the reflective mask 5 or the photosensitive substrate 7 as an irradiated body is explained.

[0142] First, the sensor IS for lighting property measurement formed in the end of the substrate stage WS detects the lighting property information in the image formation side (or exposure visual field) of the measured projection system 6. Then, a control system 8 judges whether based on the measurement result in the sensor IS for lighting property measurement, a current lighting property is permissible, after performing a predetermined operation. A control system 8 is the 1st adjustment system (drive system) AD 1 – the 4th adjustment system (drive system) AD 4, after computing the amount of amendments of a lighting property based on [when the measured lighting property is nonpermissible] the above-mentioned measurement result. At least one is made to drive, for example, amendment of illuminance distribution and amendment of telecentricity are performed.

[0143] Here, it is the 1st adjustment system AD 1. The 5th shaft Ax5 which becomes parallel to the X-axis by the side of injection of a parabolic mirror 15 based on the output from a control system 8. It considers as a core and only the specified quantity makes a parabolic mirror 15 incline so that it may be shown in the direction T5 of an arrow head. The illuminance distribution IDb2 symmetrical with a revolution which met in the direction of Y in the circular lighting field IF (an exposure field or exposure visual field of the projection system 6) formed on a substrate 7 by this is amended, and illuminance distribution IDb2 becomes flat (see the (b) of drawing 23).

[0144] Moreover, the 2nd adjustment system AD 2. It is based on an output from a control system 8, and is the 5th shaft Ax5 by the side of injection of a parabolic mirror 15. Only the specified quantity makes a parabolic mirror 15 incline so that it may be shown in the direction T6 of an arrow head centering on the 6th shaft Ax6 (shaft parallel to the Z-axis) which intersects perpendicularly. The illuminance distribution IDc2 with the dip component which met in the direction of Y in the circular lighting field IF (an exposure field or exposure visual field of the projection system 6) formed on a substrate 7 by this is amended, and illuminance distribution IDc2 becomes flat (see the (c) of drawing 23).

[0145] Moreover, the 3rd adjustment system AD 3. Based on the output from a control system 8, only the specified quantity moves the reflective mold optical integrator 2 (20a, 20b) and 1st aperture-diaphragm AS1 in one along the field (XZ flat surface) which intersected perpendicularly with the illumination-light shaft Axc (the direction of X) (eccentricity). Thereby, the dip component (dip TERESSEN) of telecentricity is amended (see the (b) of drawing 24).

[0146] Moreover, the 4th adjustment system AD 4. It is based on an output from a control system 8, and is the illumination-light shaft Axc about the reflective mold optical integrator 2 (20a, 20b) and 1st aperture-diaphragm AS1. Only the specified quantity makes it move in the met direction (the direction of Y) in one. Thereby, change (scale-factor TERESSEN) of the telecentricity generated isotropic according to the location from an optical axis is amended (see the (c) of drawing 24).

[0147] in addition, the 5th shaft Ax5 shown in drawing 16. And the 6th shaft Ax6 if the relation which intersects perpendicularly mutually is filled — the 5th shaft Ax5 the location of arbitration which becomes parallel to the X-axis — moreover, the 6th shaft Ax6. It can be set as setting out in the location of arbitration which becomes parallel to the Z-axis, respectively. Moreover, scanning direction DI 1 in drawing 23. In the example shown in drawing 16, it corresponds in the

direction of Y, and the non-scanning direction DI 2 (direction which intersected perpendicularly with the scanning direction DI 1) in drawing 23 corresponds in the direction of X in the example shown in drawing 1.

[0148] As mentioned above, the 1st adjustment system (drive system) AD 1 – the 4th adjustment system AD (drive system) 4 By making at least one drive, the lighting property in the exposure visual field (exposure field) of the shape of radii formed on a substrate can be amended good.

[0149] in addition, mechanical **** to which an operator can adjust these four adjustment systems (AD1 – AD4), without the control system 8 shown in drawing 16 controlling four adjustment systems (AD1 – AD4) although explanation is omitted since adjustment actuation of the above lighting property is the same as that of the adjustment flow of drawing 25 mentioned above — it is good also as an electric adjustment device. In this case, based on the measurement result by the sensor IS for lighting property measurement (lighting property metering device), an operator can perform amendment of illuminance distribution, and amendment of telecentricity through four adjustment systems (AD1 – AD4).

[0150] moreover, although drawing 16 explained the example which was alike in respect of the image formation of the projection system 6 (or exposure visual field) using the sensor IS for lighting property measurement formed in the end of the substrate stage WS, and measured the lighting property The sensor IS for lighting property measurement is formed in a mask stage MS at an end, and you may make it measure the two-dimensional lighting property in the lighting field IF of an illumination system (1–4) using this sensor IS for lighting property measurement. In this measurement, the mask for lighting property measurement can be made unnecessary.

[0151] Moreover, when it is the uneven distribution toward which distribution inclines whenever [on the reflective mold mask 5 or a wafer 7 / Mitsuteru], it is also possible in the aligner shown in drawing 16, by carrying out eccentricity to amend the inclination of distribution whenever [Mitsuteru] so that reflective elements 20a may be crossed for the flux of lights, such as EUV light which carries out incidence to the reflective mold fly eye optical system 2. For example, the inclination of distribution can be amended whenever [Mitsuteru] by carrying out eccentricity of the parabolic mirror 15 slightly. That is, when the inclination of distribution has arisen whenever [Mitsuteru] in the longitudinal direction (the direction of X) of the lighting field of the shape of radii formed on the front face of the reflective mold mask 5, or a wafer front face, the inclination of distribution can be amended whenever [Mitsuteru] by moving a parabolic mirror 15 in the direction of X. Moreover, when the center section in the cross direction (Z direction) differs in an illuminance from the periphery of a lighting field of the shape of radii formed on the front face of the reflective mold mask 5, or a wafer front face, the inclination of distribution can be amended whenever [Mitsuteru] by moving a parabolic mirror 15 to a Z direction.

[0152] In addition, the lighting condition accompanying generating of the lighting nonuniformity of the lighting field of the shape of radii formed in a wafer 7 or a mask 5 etc. may get worse by making adjustable one [at least] diameter of opening of 1st aperture-diaphragm AS1 and 2nd adjustable aperture-diaphragm AS2. It is desirable to move slightly at least one optical member in a parabolic mirror 15, the reflective mold fly eye optical system 2, and the capacitor mirror 3 at this time, and to amend the lighting nonuniformity of a radii-like lighting field etc. at it.

[0153] Now, the 1st modification of the projection aligner shown in drawing 16 is explained below, referring to drawing 17. In drawing 17, the same sign is given to the member shown in drawing 16, and the member with the same function. The 1st difference between the aligner shown in above-mentioned drawing 16, and the aligner shown in drawing 17 As while constitutes the reflective mold fly eye optical system 2 and it is shown in drawing 18 instead of 1st aperture-diaphragm AS1 arranged in the reflector location of 2nd reflective elements 20b, or the location of the near It is the point of having formed the turret plate 51 with which two or more aperture diaphragms (50a–50f) from which a configuration and magnitude differ mutually were formed, and having formed the turret plate 51 pivotable centering on the predetermined revolving shaft 52 by the 1st drive system DR1.

[0154] moreover, the zona orbicularis flux of light conversion unit 60 which change the EUV light to which while a parabolic mirror 15 and the reflective mold fly eye optical system 2 be

constitute have the flux of light cross section of a circle configuration in the optical path between 1st reflective elements 20a into the EUV light which have a zona orbicularis-like (shape of ring) flux of light cross section be form possible [an insertion and detachment] to the illumination light way, and the 2nd difference over the aligner showed in drawing 16 be a point.

[0155] This zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 has 2nd reflective member 60b with the reflector of the shape of 1st reflective member 60a and a cone with a ring-like reflector. In order to make adjustable the ratio (the so-called zona-orbicularis ratio) of the bore of the zona orbicularis and the outer diameter of the zona orbicularis in the EUV light of the shape of zona orbicularis which carries out incidence to the reflective mold fly eye optical system 2 (the shape of a ring), 1st reflective member 60a and 2nd reflective member 60b are relatively prepared movable along the illumination-light way.

[0156] In addition, relative displacement of 1st reflective member 60a and 2nd reflective member 60b along the insertion and detachment and the illumination-light way of the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 to an illumination-light way is performed by the 3rd drive system DR3. Here, the turret plate 51 and the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 are explained in full detail, referring to drawing 17 and drawing 18.

[0157] As shown in drawing 18, the predetermined shaft 52 is formed in the turret plate 51 which has two or more aperture diaphragms pivotable as a core. Like the graphic display, the aperture diaphragms 50a-50f from which the configuration of opening differs, respectively are formed on the turret plate 51. Here, aperture-diaphragm 50a is an aperture diaphragm with opening of a zona-orbicularis configuration (the shape of a doughnut), and aperture-diaphragm 50b and aperture-diaphragm 50e are aperture diaphragms with opening of the circle configuration from which the diameter of opening differs, respectively. Moreover, aperture-diaphragm 50c is an aperture diaphragm which has opening of four sectors, and 50d of aperture diaphragms is the aperture diaphragm which has opening of four circle configurations. And 50f of aperture diaphragms is an aperture diaphragm with the zona-orbicularis ratio (ratio of the outer diameter of opening of a zona-orbicularis configuration, and a bore) from which aperture-diaphragm 50a differs.

[0158] In drawing 17, an input unit IU is for inputting information required in order that the lighting on a mask 5 or a wafer 7 may choose. For example, an input unit IU is for inputting the exposure information (conveyance map of a wafer including exposure information etc.) about the exposure conditions for every wafer in which sequential installation is carried out by the non-illustrated transport device, and the installation information on various kinds of masks by which sequential installation is carried out on a mask stage MS according to the process of the pattern imprinted to whenever [detailed], and the wafer 7 of the pattern imprinted to a wafer 7.

[0159] Based on the input from an input unit IU at the example shown in drawing 17, selection of "the 1st zona-orbicularis lighting", "the 2nd zona-orbicularis lighting", "the 1st usual lighting", "the 2nd usual lighting", "the 1st special oblique illumination", and "the 2nd special oblique illumination" is possible for a control unit 8. Here, by making into the shape of zona orbicularis (the shape of a doughnut) the configuration of the secondary light source formed of the reflective mold fly eye optical system 2, "zona-orbicularis lighting" tends to illuminate EUV light from across to the reflective mold mask 6 and a wafer 7, and tends to raise the resolution and the depth of focus which the projection system 6 originally has by this. Moreover, by make the secondary light source form of the reflective mold fly eye optical system 2 into two or more discrete eccentric light sources in which only a predetermined distance carried out eccentricity from the core, "special oblique illumination" tend to illuminate EUV light from across to the reflective mold mask 6 and a wafer 7, and tend to raise further the resolution and the depth of focus which the projection system 6 originally have. Moreover, "it is usually lighting" tends to illuminate a mask 5 and wafer 7 top under the optimal sigma value by making mostly into a circle configuration the configuration of the secondary light source formed of the reflective mold fly eye optical system 2.

[0160] Now, the 1st drive system DR1 which a control unit 8 makes rotate the turret plate 51 based on the input from an input unit IU, Control with the 2nd drive system DR2 to which the diameter of opening of aperture-diaphragm AS2 of the projection system 6 is changed, and the

3rd drive system DR3 to which relative spacing with two reflective members (60a, 60b) in insertion and detachment and the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 is changed is performed. [as opposed to an illumination-light way for the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60]

[0161] Hereafter, actuation of this control unit 8 is explained in full detail. In usually setting the lighting condition on a mask 5 as lighting, a control unit 8 chooses "the 1st usual lighting" or "the 2nd usual lighting" based on the input from an input unit IU. Here, the difference between "the 1st usual lighting" and "the 2nd usual lighting" is the point that sigma values differ.

[0162] For example, when a control unit 8 chooses "the 1st usual lighting", a control unit 8 drives the 1st drive system DR1, and rotates the turret plate 51 so that aperture-diaphragm 50e may be located in the location of the secondary light source (many light source images) formed in the injection side of 2nd optical element group 20b which constitutes one side of the reflective mold fly eye optical system 2. It can come, simultaneously a control unit 8 changes the diameter of opening of the 2nd aperture diaphragm in the projection system 6 through the 2nd drive system DR2 if needed. When the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 is set up all over the illumination-light way at this time, a control unit 8 evacuates the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 from an illumination-light way through the 3rd drive system DR3.

[0163] If the pattern of the reflective mold mask 5 is illuminated for EUV light under the established state of the illumination system described above, the pattern of the reflective mold mask 5 can be exposed to the photosensitive substrate (wafer) 7 through the projection system 6 under the suitable conditions (suitable sigma value) of "the 1st usual lighting." Moreover, when a control unit 8 chooses "the 2nd usual lighting", a control unit 8 drives the 1st drive system DR1, and rotates the turret plate 51 so that aperture-diaphragm 50b may be located in the location of the secondary light source (many light source images) formed in the injection side of 2nd optical element group 20b which constitutes one side of the reflective mold fly eye optical system 2. It can come, simultaneously a control unit 8 changes the diameter of opening of the 2nd aperture diaphragm in the projection system 6 through the 2nd drive system DR2 if needed. When the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 is set up all over the illumination-light way at this time, a control unit 8 evacuates the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 from an illumination-light way through the 3rd drive system DR3.

[0164] If the pattern of the reflective mold mask 5 is illuminated for EUV light under the established state of the illumination system described above, the pattern of the reflective mold mask 5 can be exposed to the photosensitive substrate (wafer) 7 through the projection system 6 under the suitable conditions (bigger sigma value than the time of the 1st usual lighting) of "the 2nd usual lighting." In addition, as the example of drawing 16 described, also in the example of drawing 17, it is desirable to exchange for a reflecting mirror with a focal distance which is different from this in a reflecting mirror 15 according to making adjustable the diameter of opening of 1st aperture-diaphragm AS1. According to the magnitude of opening of 1st aperture-diaphragm AS1, the diameter of the flux of light of the EUV light which carries out incidence to the reflective mold fly eye optical system 2 can be changed by this, and the lighting under a suitable sigma value is attained, maintaining high lighting effectiveness.

[0165] Moreover, in setting the lighting to the reflective mold mask 5 as oblique illumination, a control unit 8 chooses one for any of "the 1st zona-orbicularis lighting", "the 2nd zona-orbicularis lighting", "the 1st special oblique illumination", and the "2nd special oblique illumination" being based on the input from an input unit IU. Here, the difference between "the 1st zona-orbicularis lighting" and "the 2nd zona-orbicularis lighting" is the point that the zona-orbicularis ratios of the secondary light source formed in the shape of zona orbicularis differ. Moreover, the difference between "the 1st special oblique illumination" and "the 2nd special oblique illumination" is the point that distribution of the secondary light source differs. That is, the secondary light source in "the 1st special oblique illumination" is distributed over four flabellate form fields, and the secondary light source in "the 2nd special oblique illumination" is distributed over the field of four circle configurations.

[0166] For example, when "the 1st zona-orbicularis lighting" is chosen, a control unit 8 makes a drive system DR1 drive, and rotates the turret plate 51 so that aperture-diaphragm 50a may be

located in the location of the secondary light source (many light source images) formed in the injection side of 2nd optical element group 20b which constitutes one side of the reflective mold fly eye optical system 2. Moreover, when "the 2nd zona-orbicularis lighting" is chosen, a control unit 8 makes a drive system DR1 drive, and rotates the turret plate 51 so that 50f of aperture diaphragms may be located in the location of the secondary light source (many light source images) formed in the injection side of 2nd optical element group 20b which constitutes one side of the reflective mold fly eye optical system 2. Moreover, when "the 1st special oblique illumination" is chosen, a control unit 8 makes a drive system DR1 drive, and rotates the turret plate 51 so that aperture-diaphragm 50c may be located in the location of the secondary light source (many light source images) formed in the injection side of 2nd optical element group 20b which constitutes one side of the reflective mold fly eye optical system 2. Moreover, when "the 2nd special oblique illumination" is chosen, a control unit 8 makes a drive system DR1 drive, and rotates the turret plate 51 so that 50d of aperture diaphragms may be located in the location of the secondary light source (many light source images) formed in the injection side of 2nd optical element group 20b which constitutes one side of the reflective mold fly eye optical system 2.

[0167] If any one of the above four aperture diaphragms (50a, 50c, 50d, 50f) is set up all over an illumination-light way, it can come, simultaneously a control unit 8 will change the diameter of opening of the 2nd aperture diaphragm in the projection system 6 through the 2nd drive system DR2 if needed. Next, a control unit 8 performs setting out on the illumination-light way of the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60, and adjustment of the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 through the 3rd drive system DR3. Setting out of this zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 and actuation of adjustment are performed as follows.

[0168] First, when the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 is not set up all over an illumination-light way, a control unit MCU sets up the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 all over an illumination-light way through the 3rd drive system DR3. Next, so that the zona-orbicularis flux of light may be efficiently led to opening of one of four aperture diaphragms (50a, 50c, 50d, 50f) set to the injection side of 2nd optical element group 20b which constitutes one side of the reflective mold fly eye optical system 2 A control unit MCU changes relative spacing of two reflective members in the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 (60a, 60b) through the 3rd drive system DR3. By this, the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 can change into the zona-orbicularis flux of light with a suitable zona-orbicularis ratio the flux of light which carries out incidence to this.

[0169] By the above setting out and adjustment of the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60, since the secondary light source formed in the reflective mold fly eye optical system 2 can be made into the secondary light source of the shape of zona orbicularis with the suitable zona-orbicularis ratio corresponding to each opening of four aperture diaphragms (50a, 50c, 50d, 50f), it can carry out oblique illumination of a reflective mask and the wafer 7 under high lighting effectiveness.

[0170] In addition, when two or more aperture diaphragms (50a-50f) from which a configuration and magnitude differ mutually by revolution of the turret plate 51 are set up in an illumination-light way, lighting conditions, such as lighting nonuniformity of the lighting field of the shape of radii formed in a wafer 7 or a mask 5, may change. It is desirable to move slightly at least one optical member in a parabolic mirror 15, the reflective mold fly eye optical system 2, and the capacitor mirror 3 at this time, and to amend the lighting nonuniformity of a radii-like lighting field at it.

[0171] Moreover, in the example shown in drawing 17, although information, such as lighting conditions, is inputted into the control unit 8 through an input unit IU, the detection section which reads the information on the reflective mask 5 may be prepared. At this time, the information about lighting is recorded on the location outside the field of the circuit pattern of Reticle R by a bar code etc. The detection section reads the information about this lighting condition, and transmits it to a control unit 8. A control unit 8 controls three driving gears (DR1-DR3) like **** based on the information about lighting conditions.

[0172] moreover, the example show in drawing 17 — set — the reflective mold fly eye optical system 2 — **** — although the aperture diaphragm have be prepare in the location of last

secondary light source, when make unnecessary lighting by the aperture diaphragm (50c, 50d) with four eccentric openings and perform "zona orbicularis lighting", and "it be usually lighting", this invention of the aperture diaphragm of a large number currently form in the turret plate 51 be indispensable so that he may understand easily from the principle of this invention.

[0173] Moreover, in the flux of light conversion unit 60, the four flux of lights which carried out eccentricity can be formed by constituting the reflector of 1st reflective member 60a from opposite and two pairs of flat-surface mirror components by which dip arrangement was carried out mutually, and constituting the reflector of 2nd reflective member 60a in the shape of the square pole. It can consider as the secondary light source of four poles which carried out eccentricity of the secondary light source formed of the reflective mold fly eye optical system 2 from the core by this. Therefore, EUV light can be drawn so that opening with four eccentric openings of an aperture diaphragm (50c, 50d) may be balanced.

[0174] By the way, in the gestalt of operation shown in drawing 17, the adjustment device for making good the lighting properties (lighting distribution, telecentricity, etc.) in the reflective mask 5 or the photosensitive substrate 7 as an irradiated body is explained.

[0175] First, the sensor IS for lighting property measurement formed in the end of the substrate stage WS detects the lighting property information in the image formation side (or exposure visual field) of the measured projection system 6. Then, a control system 8 judges whether based on the measurement result in the sensor IS for lighting property measurement, a current lighting property is permissible, after performing a predetermined operation. A control system 8 is the 1st adjustment system (drive system) AD 1 – the 4th adjustment system (drive system) AD 4, after computing the amount of amendments of a lighting property based on [when the measured lighting property is nonpermissible] the above-mentioned measurement result. At least one is made to drive, for example, amendment of illuminance distribution and amendment of telecentricity are performed.

[0176] Here, it is the 1st adjustment system AD 1. The 5th shaft Ax5 which becomes parallel to the X-axis by the side of injection of a parabolic mirror 15 based on the output from a control system 8 It considers as a core and only the specified quantity makes a parabolic mirror 15 incline so that it may be shown in the direction T5 of an arrow head. The illuminance distribution IDb2 symmetrical with a revolution which met in the direction of Y in the circular lighting field IF (an exposure field or exposure visual field of the projection system 6) formed on a substrate 7 by this is amended, and illuminance distribution IDb2 becomes flat (see the (b) of drawing 23).

[0177] Moreover, the 2nd adjustment system AD 2 It is based on an output from a control system 8, and is the 5th shaft Ax5 by the side of injection of a parabolic mirror 15. Only the specified quantity makes a parabolic mirror 15 incline so that it may be shown in the direction T6 of an arrow head centering on the 6th shaft Ax6 (shaft which becomes parallel to the Z-axis) which intersects perpendicularly. The illuminance distribution IDc2 with the dip component which met in the direction of Y in the circular lighting field IF (an exposure field or exposure visual field of the projection system 6) formed on a substrate 7 by this is amended, and illuminance distribution IDc2 becomes flat (see the (c) of drawing 23).

[0178] Moreover, the 3rd adjustment system AD 3 Based on the output from a control system 8, only the specified quantity moves the reflective mold optical integrator 2 (20a, 20b) and the turret plate 52 (the 1st drive system D1 and a revolving shaft 52 are included) in one along the field (XZ flat surface) which intersected perpendicularly with the illumination-light shaft Axc (the direction of Y) (eccentricity). Thereby, the dip component (dip TERESSEN) of telecentricity is amended (see the (b) of drawing 24).

[0179] Moreover, the 4th adjustment system AD 4 It is based on an output from a control system 8, and is the illumination-light shaft Axc about the reflective mold optical integrator 2 (20a, 20b) and the turret plate 52 (the 1st drive system D1 and a revolving shaft 52 are included). Only the specified quantity makes it move in the met direction (the direction of Y) in one. Thereby, change (scale-factor TERESSEN) of the telecentricity generated isotropic according to the location from an optical axis is amended (see the (c) of drawing 24).

[0180] in addition, the 5th shaft Ax5 shown in drawing 17 And the 6th shaft Ax6 if the relation which intersects perpendicularly mutually is filled — the 5th shaft Ax5 the location of arbitration

which becomes parallel to the X-axis — moreover, the 6th shaft Ax6 It can be set as setting out in the location of arbitration which becomes parallel to the Z-axis, respectively.

[0181] As mentioned above, the 1st adjustment system (drive system) AD 1 — the 4th adjustment system AD (drive system) 4 By making at least one drive, the lighting property in the exposure visual field (exposure field) of the shape of radii formed on a substrate can be amended good.

[0182] in addition, mechanical **** to which an operator can adjust these four adjustment systems (AD1 — AD4), without the control system 8 shown in drawing 17 controlling four adjustment systems (AD1 — AD4) although explanation is omitted since adjustment actuation of the above lighting property is the same as that of the adjustment flow of drawing 25 mentioned above — it is good also as an electric adjustment device. In this case, based on the measurement result by the sensor IS for lighting property measurement (lighting property metering device), an operator can perform amendment of illuminance distribution, and amendment of telecentricity through four adjustment systems (AD1 — AD4).

[0183] moreover, although drawing 17 explained the example which was alike in respect of the image formation of the projection system 6 (or exposure visual field) using the sensor IS for lighting property measurement formed in the end of the substrate stage WS, and measured the lighting property The sensor IS for lighting property measurement is formed in a mask stage MS at an end, and you may make it measure the two-dimensional lighting property in the lighting field IF of an illumination system (1-4) using this sensor IS for lighting property measurement. In this measurement, the mask for lighting property measurement can be made unnecessary.

[0184] In addition, it is possible to constitute the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 shown in drawing 17 from a diffracted-light study component of a reflective mold, and to change incident light into the zona-orbicularis flux of light according to a diffraction operation of this reflective type of diffracted-light study component. Furthermore, if the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 is constituted from a diffracted-light study component of two or more reflective molds, it is also possible to change a zona-orbicularis ratio. A zona-orbicularis ratio can be changed by making adjustable spacing of the diffracted-light study component of two or more reflective molds in this case.

[0185] Furthermore, it is possible to arrange the reflective mold diffracted-light study component for 4 pole lighting as a 4 pole flux of light formation unit to the incidence side of the reflective mold integrator 2, and to change incident light into the four flux of lights according to a diffraction operation of this reflective type of diffracted-light study component. Thereby, 4 pole lighting called special oblique illumination can be performed. In this case, if 4 pole flux of light formation unit is relatively constituted for spacing from a strange good diffracted-light study component of two or more reflective molds and this changes incident light into the four flux of lights, four optical intensity distributions formed in a pupil surface can be changed in the radiation direction to a pupil core. Furthermore, if the zona-orbicularis flux of light conversion unit 60 and 4 pole flux of light formation unit are constituted possible [insertion and detachment] to an illumination-light way, zona-orbicularis lighting, 4 pole lighting, or usual lighting can be selectively performed under high lighting effectiveness. Furthermore, multi-electrode lighting of the special oblique illumination may be carried out using the multi-electrode flux of light formation unit which changes incident light into the flux of light of plurality (two pieces, four pieces, eight ... 2N piece; however N are one or more integers), without restricting to 4 pole lighting. In this case, as for a multi-electrode flux of light formation unit, it is desirable to consider as the configuration containing the diffraction grating of at least one reflective mold.

[0186] Furthermore, in addition to constituting a multi-electrode flux of light formation unit from a diffracted-light study component of a reflective mold, of course, a reflective mold optical integrator may be constituted from a diffracted-light study component of at least one or more reflective molds.

[0187] Now, the 2nd modification of the projection aligner shown in drawing 16 is explained below, referring to drawing 19. In addition, the same sign is given to the member shown in drawing 16, and the member with the same function. Moreover, in the equipment shown in drawing 19, drawing 20 mentioned later, and drawing 21, although it has each part material and

each system (MS, WS, AS1 or 51, AS2, DR1, DR2 and IU8, AD1- AD4, IS) as shown in drawing 16 and drawing 17, it omits illustrating these in drawing 19 - drawing 21. In addition, in the equipment shown in drawing 19 - drawing 21, since the configuration and adjustment actuation of an adjustment device for adjusting the lighting properties (lighting distribution, telecentricity, etc.) in the photosensitive substrate 7 are the same as the example shown in drawing 16, explanation is omitted. However, both dip TERESSEN by the 3rd adjusting device AD 3 and scale-factor TERESSEN adjustment by the 4th adjusting device AD 4 are performed by the equipment shown in drawing 19 by migration of the main reflective mold fly eye 2 (20a, 20b) as a main reflective mold optical integrator.

[0188] The difference between the aligner shown in above-mentioned drawing 16 and the aligner shown in drawing 19 is a point which has arranged the relay mirror 110 as the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 and relay optical system as an auxiliary optical integrator (auxiliary multi-light source formation optical system), respectively in an optical path with the reflective mold fly eye optical system 2 as the reflecting mirror 15 and the optical integrator (multi-light source formation optical system) 2 as a collimation mirror. In addition, if it sees from the location sequence from a light source side, auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 can be made into the 1st reflective mold fly eye optical system (the [1 optical integrator,] 1 multi-light source formation optical system), and the main reflective mold fly eye optical system 120 can also be seen as 2nd reflective mold fly eye optical system (the [2 optical integrator,] 2 multi-light source formation optical system). Moreover, the 1st and 2nd reflective mold fly eye optical system (2,120) can be considered as the configuration containing the diffraction grating of at least one reflective mold.

[0189] The auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 shown in drawing 19 has 1st auxiliary reflective elements 120a and 2nd auxiliary reflective elements 120b. As shown in drawing 9 (a) and drawing 14 (a), as for reflective component E120a of a large number which constitute 1st auxiliary reflective elements 120a arranged at the incidence side of the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 here, it is desirable to be formed in a configuration [**** / the whole 1st reflective elements 20a configuration (appearance) arranged at the incidence side of the main reflective mold fly eye optical system 2]. However, if constituted from a configuration as shows reflective component E120a of a large number which constitute 1st auxiliary reflective elements 120a to drawing 9 (a) and drawing 14 (b), it will become difficult to arrange each reflective component E120a densely so that there may be no clearance. For this reason, as shown in drawing 22 (a), reflective component E120a of a large number which constitute 1st auxiliary reflective elements 120a consists of configurations which serve as a square mostly, respectively. Moreover, since the cross section of the flux of light which carries out incidence to 1st auxiliary reflective elements 120a serves as a circle configuration mostly as shown in drawing 22 (a), much reflective component E120a is arranged so that this whole 1st auxiliary reflective elements 120a configuration (appearance) may become almost circular. Thereby, 1st auxiliary reflective elements 120a can form many light source images (secondary light source) in the location of 2nd auxiliary reflective elements 120b, or its near under high lighting effectiveness.

[0190] Moreover, as shown in drawing 9 (b) and drawing 14 (b), as for the whole 2nd auxiliary reflective elements 120b configuration (appearance) arranged at the injection side of the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120, it is desirable to be formed in a configuration [**** / the configuration of each reflective component E120b which constitutes 2nd reflective elements 20b arranged at the injection side of the main reflective mold fly eye optical system 2 / respectively]. Furthermore, as for each reflective component E120b which constitutes 2nd auxiliary reflective elements 120b, it is desirable that it is the configuration which receives the configuration of the light source image formed of reflective component E120a in 1st auxiliary reflective elements 120a corresponding to this, parallelism, or all light source images.

[0191] Here, in the example shown in drawing 19, the main reflective mold fly eye optical system 2 shall be a configuration shown in drawing 14. For this reason, reflective component E2 of a large number which constitute 2nd reflective elements 20b arranged at the injection side of the main reflective mold fly eye optical system 2 As shown in drawing 14 (b), it has the square

configuration mostly. therefore, each of reflective component E120a of a large number which constitute 1st auxiliary reflective elements 120a in the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 — **** — it is constituted by the cheek square as the configuration of each reflective component E120b of 2nd auxiliary reflective elements 120b arranged at the injection side of the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 shows last light source image to drawing 22 (b), since it is almost circular. Moreover, each reflective component E2 which constitutes 2nd reflective elements 20b arranged at the injection side of the main reflective mold fly eye optical system 2 Since a configuration is a square mostly as shown in drawing 14 (b), As the whole 2nd auxiliary reflective elements 120b configuration (appearance) arranged at the injection side of the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 is shown in drawing 22 (b), much reflective component E120b is arranged so that it may become a square mostly. [0192] Thus, in the example shown in drawing 19, since the 1st and 2nd auxiliary reflective elements (120a, 120b) can be constituted from the same reflective elements, a manufacturing cost can be held down by common use-ization of the reflective elements. In addition, 2nd reflective elements 20b by the side of the mask of the main reflective mold fly eye optical system 120 shown in drawing 19 and the capacitor mirror (capacitor optical system) 3 have satisfied the relation of conditional expression (2) mentioned above.

[0193] Next, the operation by having arranged two reflective mold fly eye optical system (2,120) is explained. By arrangement of these two reflective mold fly eye optical system (2,120) While constitutes several Ns and the main reflective mold fly eye optical system 2 of the reflective component of the reflective elements, and the light source image of the number corresponding to several M product (NxM) of the reflective component of the reflective elements while the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 is constituted While constitutes the main reflective mold fly eye optical system 2, and it is formed in the front face of 2nd reflective elements 20b, or its near. Therefore, many light source images (3rd light source) are formed in the front face of main reflective elements 20b, or its near one layer of nearby from the light source image (secondary light source) formed of the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120. And since the light from the 3rd light source from the main reflective mold fly eye optical system 2 illuminates the reflective mask 5 and a wafer in the shape of radii in superposition, with the equipment shown in drawing 20, it can make more uniform illuminance distribution in the lighting field of the shape of radii formed on the reflective mask 5 and a wafer 7, and can realize stable exposure further.

[0194] In addition, the relay mirror (relay optical system) 110 arranged between two reflective mold fly eye optical system (2,120) condensed the flux of light from the light source image (secondary light source) of a large number from the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120, and has led it to the main reflective mold fly eye optical system 2. And the relay mirror (relay optical system) 110 is bearing mostly the function of the reflective elements by the side of the light source in a front face and the main reflective mold fly eye optical system 120 of the reflective elements by the side of the light source in the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 which conjugates a front face optically mostly. Moreover, the relay mirror (relay optical system) 110 is bearing mostly the function of the reflective elements by the side of the mask in a front face and the main reflective mold fly eye optical system 120 of the reflective elements by the side of the mask in the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 which makes a front face conjugate optically mostly. The reflective elements by the side of the front face and the light source in the main reflective mold fly eye optical system 120 of the reflective elements by the side of the light source in the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 mostly however, a front face It is in a location [****] optically with the mask 5 as an irradiated plane, or a wafer 7. moreover, the reflective elements by the side of the mask [in / almost / a front face and the main reflective mold fly eye optical system 120] of the reflective elements by the side of the mask in the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 — a front face is mostly located optically with the location of the pupil of the projection system 6, or aperture-diaphragm AS in a location [****].

[0195] Here, when the illuminance distribution in a **** radii-like lighting field inclines on the reflective mask 5 and a wafer in the equipment shown in drawing 19, it is desirable to move

auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 (for the two reflective elements to be moved in one). That is, if eccentricity of the two reflective elements in the main reflective mold fly eye optical system 2 (120a, 120b) is carried out to the direction of X, or a Z direction, according to an operation of the comatic aberration which the main reflective mold fly eye optical system 2 has, the dip component of illuminance distribution can be amended and flat illuminance distribution can be acquired.

[0196] For example, when the inclination of distribution has arisen whenever [Mitsuteru] in the longitudinal direction (the direction of X) of the lighting field of the shape of radii formed on the front face of the reflective mold mask 5, or a wafer front face, the inclination of distribution can be amended whenever [Mitsuteru] by moving the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 in the direction of X. Moreover, when the center section in the cross direction (Z direction) differs in an illuminance from the periphery of a lighting field of the shape of radii formed on the front face of the reflective mold mask 5, or a wafer front face, the inclination of distribution can be amended whenever [Mitsuteru] by moving the auxiliary reflective mold fly eye optical system 120 to a Z direction.

[0197] Moreover, when the equalization effectiveness by two reflective mold fly eye optical system (2,120) by the aligner shown in drawing 19 is large, the dimmer control by dip, migration, etc. of a parabolic mirror 15 may be unable to be expected. In this case, the reflective mold capacitor optical system 3 can be constituted from two or more mirrors, and the dip component of the illuminance distribution in a scanning direction (the direction of Y and DI1 direction) or a non-scanning direction (the direction of X and DI2) can be amended for inclining and moving at least one of them. Moreover, in the reflecting mirror 4 arranged between a mask 5 and the reflective mold capacitor optical system 3, a reflector (reflective film) with the reflection factor property (for example, responding to an include angle predetermined reflection factor property) which can amend the illuminance in an irradiated plane (the pattern side of a mask 5 or exposed field of a substrate) to homogeneity may be formed. Furthermore, the filter which can amend the illuminance in an irradiated plane (the pattern side of a mask 5 or exposed field of a substrate) to homogeneity all over an illumination-light way may be arranged.

[0198] Now, in order for the aligner shown in drawing 19 to form the image of the reflective mold mask 5 on a wafer 7 normally, to form the image (image of the 3rd light source formed of the 2nd reflective mold fly eye optical system 2) of the exit pupil of an illumination system in the state of non-aberration in the center of an entrance pupil of the projection system 6 is desired. When this condition is not satisfied, it is desirable to move the location of the exit pupil of an illumination system, to adjust TERESSEN nature of an illumination system, and to take adjustment with the location of the entrance pupil of the projection system 6. For example, by moving the main reflective mold fly eye optical system (two reflective elements 20a and 20b) 2 and 1st aperture-diaphragm AS1 in one, adjustment of the TERESSEN nature of an illumination system is performed and the center of the injection pupil image of an illumination system can be made in agreement in the center of the entrance pupil of the projection system 6. However, what is necessary is just to move the two reflective elements in the main reflective mold fly eye optical system 2 (120a, 120b) in one, when aperture-diaphragm AS1 does not need to be formed in the location of the 3rd light source formed of the main reflective mold fly eye optical system 2.

[0199] In addition, in order to set the image of the exit pupil of an illumination system in the center of an entrance pupil of the projection system 6, the center of the injection pupil image of an illumination system can be made in agreement [in the center of the entrance pupil of the projection system 6] in the example shown in drawing 16 and drawing 17 which were explained above by moving the reflective mold fly eye optical system (two reflective elements 20a and 20b) 2 and 1st aperture-diaphragm AS1 in one. Moreover, what is necessary is just to move the two reflective elements in reflective mold fly eye optical system (20a, 20b) in one, when aperture-diaphragm AS1 does not need to be formed in the location of the secondary light source formed of the reflective mold fly eye optical system 2 shown in drawing 16 and drawing 17.

[0200] By the way, in the example shown in drawing 16, drawing 17, and drawing 19 which be explained above, since the considerable volume be needed on actual, the light source section (10-15) which supply EUV light to the reflective mold fly eye optical system 2 may serve as

equivalent to the body section of an aligner (the optical system and the control system from the reflective mold fly eye optical system 2 to a wafer 7), or volume beyond it. For this reason, the light source section (10-15) and the body section of an aligner are separated independently, respectively, and the light source section (10-15) and the body section of an aligner may be installed in an independent base. In this case, when distortion arises to the floor with an oscillation of the floor by walk of an operator etc., or a self-weight with the light source section (10-15) and the body section of an aligner, the optical axis of the light source section (10-15) and the optical axis of the optical system of the body circles of an aligner shift, and there is a possibility that an adjustment condition may go wrong.

[0201] Then, in the optical path (optical path from the reflective mold fly eye optical system 2 to a wafer 7) of the body section of an aligner, it is desirable to arrange the photodetector which detects an optical-axis gap of the light source section (10-15) in photoelectricity, to constitute possible [adjustment of the inclination of the reflecting mirror 15 as a collimation mirror], and to prepare further the control section which controls the inclination of a reflecting mirror 15 based on the output from the above-mentioned photodetector. Thereby, even if distortion arises to the oscillation of a floor and floor by walk of an operator etc., it can be made to agree with the optical axis of the light source section (10-15), and the optical axis of the optical system of the body circles of an aligner automatically.

[0202] Now, it is difficult for the mirror for soft X ray to obtain a high reflection factor like the light. For this reason, in the aligner for soft X ray, to reduce the number of the mirrors which constitute optical system is desired. Then, as one technique of reducing the number of mirrors, while constitutes the reflective mold fly eye optical system 2 shown in drawing 9 (b) and drawing 14 (b), and a configuration can be omitted for the capacitor mirror 3 by incurvating 2nd reflective elements 10b to the whole. That is, 2nd reflective elements 10b shown in drawing 9 (b) and drawing 14 (b) is met in the criteria spherical surface (criteria curved surface) with predetermined curvature, and they are many reflective components E2. The function of the capacitor mirror 3 can be made to use also [b / this / 2nd reflective elements 10] by considering as the arranged configuration. Here, while constitutes the reflective mold fly eye optical system 2 shown in drawing 8, drawing 16, and drawing 17, and drawing 20 shows 2nd reflective elements 20c which made the function of the capacitor mirror 3 use also [b / 2nd reflective elements 20]. In addition, it is possible to also make the function of the capacitor mirror 3 use also [b / which is shown in drawing 19 / 2nd reflective elements 20] by changing the configuration of 2nd reflective elements 20b by the side of the mask of the main reflective mold fly eye optical system 2 shown in drawing 19, as shown in drawing 20. In addition, the projection system 6 in drawing 20 consists of six mirrors (6a-6f), in order to make the image formation engine performance much more good.

[0203] By the way, in the example shown in drawing 16, drawing 17, drawing 19, and drawing 20, although the aligner using the laser plasma light source is shown, it is producing the droplet of the minute matter called DEPURI as a fault of this laser plasma light source. This detailed droplet's contamination of an optic degrades the engine performance (the reflection factor of a mirror, and reflective homogeneity) of optical system. For this reason, it is desirable to arrange the filter which makes only soft X ray penetrate and does not make a scattering particle penetrate between the light source section and the body section of an aligner. It is good for the thin film of the light element called a membrane to use as this filter.

[0204] Then, the example which formed the filter 16 for prevention for DEPURI to the aligner shown in drawing 16, drawing 17, drawing 19, and drawing 20 is shown in drawing 21. Since it ends with exchanging the ellipse mirror 14 and a filter 16 for a respectively new thing even if contamination by DEPURI will generate DEPURI in it, if the filter 16 for prevention is formed between the ellipse mirror 14 and the collimation mirror 15 as shown in drawing 21, a running cost can be pressed down low.

[0205] Since the permeability of soft X ray to atmospheric air is low as it is a place and being mentioned above, the aligner shown in drawing 16, drawing 17, drawing 19, drawing 20, and drawing 21 is covered with the vacuum chamber 100. However, the heat collected on the optic cannot escape easily and a mirror side is distortion and a cone by it. Therefore, it is desirable to

prepare the cooler style in each optic in the vacuum chamber 100, respectively. Still more desirably, two or more cooler styles are attached two or more picking to each mirror, and if the temperature distribution in a mirror are controllable, distortion of the mirror in the time of exposure actuation can be suppressed more.

[0206] Moreover, although the multilayer is prepared in the reflector of each mirror which constitutes the optical system in the aligner shown in drawing 16, drawing 17, drawing 19, drawing 20, and drawing 21, as for this multilayer, it is desirable to carry out the laminating of two or more matter of MORIPUDEN, a ruthenium, a rhodium, silicon, and the silicon oxides, and to be formed.

[0207] As shown in drawing 16 and drawing 17, moreover, by using a lighting condition modification means (adjustable aperture-diaphragm AS1, turret plate 51 grade with various kinds of openings (50a, 50f)) Modification (it changes into either of the shape of the shape of a circle configuration and zona orbicularis and 4 poles) of the configuration of modification (adjustable [of a sigma value]) or the 2nd order-light source may change a lighting property according to this modification in the magnitude of the 2nd order-light source formed by the reflective mold integrator 2. therefore, the circular lighting field (a circular exposure field —) formed in the circular lighting field formed in a mask, or a photosensitive substrate according to modification of the lighting conditions by the lighting condition modification means Amendment of the dip component of lighting distribution in the scanning direction and the non-scanning direction (direction vertical to a scanning direction) in the circular image surface of a projection system (adjustment), It is desirable to perform amendment (adjustment) of dip TERESSEN in the circular lighting field (a circular exposure field, circular image surface of a projection system) formed in the circular lighting field furthermore formed in a mask or a photosensitive substrate and scale-factor TERESSEN, respectively. However, at least one side with amendment of TERESSEN which contains the amendment, dip TERESSEN, and scale-factor TERESSEN of a dip component of lighting distribution in a scanning direction and a non-scanning direction by the case may be performed.

[0208] In addition, it can finish setting up the aligner concerning this invention by connecting electrically, mechanically, or optically so that a function which mentioned above each optical member, each stage, etc. in the equipment shown in the gestalt (drawing 1 – drawing 25) of each above operation may be attained.

[0209] Moreover, by forming a predetermined circuit pattern in the wafer as a photosensitive substrate etc. using the aligner shown in the gestalt (drawing 1 – drawing 25) of each above operation explains below with reference to the flow chart of drawing 26 per example of the technique at the time of obtaining the semiconductor device as a micro device.

[0210] First, in step 301 of drawing 26, a metal membrane is vapor-deposited on the wafer of one lot. In the following step 302, a photoresist is applied on the metal membrane on the wafer of the 1 lot. Then, in step 303, the sequential exposure imprint (scan exposure) of the image of the pattern on a mask (reticle) is carried out to each shot field on the wafer of the one lot through the projection optical system (projection optics unit) using the projection aligner shown in drawing 1 – drawing 25. Then, in step 304, after development of the photoresist on the wafer of the one lot is performed, in step 305, the circuit pattern corresponding to the pattern on a mask is formed in each shot field on each wafer by etching by using a resist pattern as a mask on the wafer of the one lot. Then, devices, such as a semiconductor device, are manufactured by performing formation of the circuit pattern of the upper layer etc. further.

[0211] According to the above-mentioned semiconductor device manufacture approach, the semiconductor device which has a very detailed circuit pattern can be obtained with a sufficient throughput.

[0212] Moreover, a pattern predetermined with the aligner shown in above-mentioned drawing 1 – drawing 25 to a plate (glass substrate) top (the liquid crystal display component as a MAIKURO device can also be obtained by forming>, such as a circuit pattern and an electrode pattern.) Hereafter, with reference to the flow chart of drawing 27, it explains per example of the technique at this time.

[0213] In drawing 27, the so-called optical lithography process which carries out imprint

exposure of the pattern of reticle at photosensitive substrates (glass substrate with which the resist was applied) is performed at the pattern formation process 401 using the aligner of this operation gestalt. Of this optical lithography process, the predetermined pattern containing many electrodes etc. is formed on a photosensitive substrate. Then, by passing through each process, such as a development process, an etching process, and a reticle exfoliation process, a predetermined pattern is formed on a substrate and the exposed substrate shifts to the following light filter formation process 402.

[0214] Next, in the light filter formation process 402, many groups of three dots corresponding to R (Red), G (Green), and B (Blue) are arranged in the shape of a matrix, or form the light filter which arranged the group of three filters, R, G, and B, of a stripe in the direction of two or more horizontal scanning line. And 403 is performed for a cel assembler after the light filter formation process 402.

[0215] A cel assembler assembles a liquid crystal panel (liquid crystal cell) in 403 using the substrate which has the predetermined pattern obtained at the pattern formation process 401, the light filter obtained with the light filter formation process 402. In 403, a cel assembler pours in liquid crystal between the substrate which has the predetermined pattern obtained at the pattern formation process 401, for example, and the light filter obtained with the light filter formation process 402, and manufactures a liquid crystal panel <a liquid crystal cell>.

[0216] Then, a module assembler attaches each part articles in which the display action of the assembled liquid crystal panel (liquid crystal cell) is made to perform, such as an electrical circuit and a back light, and makes it complete as a liquid crystal display component in 404.

[0217] According to the manufacture approach of an above-mentioned liquid crystal display component, the liquid crystal display component which has a very detailed circuit pattern can be obtained with a sufficient throughput.

[0218]

[Effect of the Invention] According to this invention, like the above, the manufacture approach of the highly efficient aligner which may fully fulfill severe lighting conditions, and the micro device which was further excellent with exposure of a much more detailed pattern can be attained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline block diagram of the aligner concerning the gestalt of the 1st operation by this invention.

[Drawing 2] It is the front view showing the configuration of the reflective elements 2 shown in drawing 1 .

[Drawing 3] (a) is the front view showing the situation of each reflective component in the reflective elements 2 which showed drawing 3 to drawing 2 , and (b) is the sectional view showing the situation of the cross-section configuration of the reflective component shown in (a).

[Drawing 4] It is drawing showing the situation of the lighting field IF of the shape of radii formed on the reflective mold mask 5.

[Drawing 5] It is drawing showing the operation of the reflective elements 2 shown in drawing 1 .

[Drawing 6] (a) is the sectional view showing the situation of the cross-section configuration of the reflective component when making each reflective component in the reflective elements 2 into an aspheric surface configuration, and (b) is the front view of the reflective component shown in (a).

[Drawing 7] It is the sectional view showing the situation of the cross-section configuration of the capacitor mirror when making a capacitor mirror into an aspheric surface configuration.

[Drawing 8] It is drawing showing the rough configuration of the aligner concerning the gestalt of the 2nd operation by this invention.

[Drawing 9] (a) is the front view showing the configuration of 1st reflective elements 20a, and (b) is the front view showing the configuration of 2nd reflective elements 20b.

[Drawing 10] (a) is the front view showing the situation of each reflective component in 1st reflective elements 20a shown in (a) of drawing 9 , and (b) is the sectional view showing the situation of the cross-section configuration of the reflective component shown in (a).

[Drawing 11] (a) is the front view showing the situation of each reflective component in 2nd reflective elements 20b shown in (b) of drawing 9 , and (b) is the sectional view showing the situation of the cross-section configuration of the reflective component shown in (a).

[Drawing 12] It is drawing showing the 1st and 2nd reflective component action of group shown in drawing 8 .

[Drawing 13] It is drawing showing the modification of the aligner concerning the gestalt of the 2nd operation shown in drawing 8 .

[Drawing 14] (a) is the front view showing the situation of the modification of 1st reflective elements 20a shown in (a) of drawing 9 , and (b) is the front view showing the situation [of drawing 9] of (b) of the modification of 2nd reflective elements 20b.

[Drawing 15] It is drawing showing an operation of the 1st [which was shown in drawing 14], and 2nd reflective elements (20a, 20b).

[Drawing 16] It is drawing showing the modification of the aligner concerning the gestalt of the 1st operation shown in drawing 1 .

[Drawing 17] It is drawing showing the 1st modification of the aligner shown in drawing 16 .

[Drawing 18] It is the **** Fig. showing the configuration of the turret plate 51 shown in drawing

17 .

[Drawing 19] It is drawing showing the 2nd modification of the aligner shown in drawing 16 .

[Drawing 20] It is drawing showing the 3rd modification of the aligner shown in drawing 16 .

[Drawing 21] It is drawing showing the 4th modification of the aligner shown in drawing 16 .

[Drawing 22] (a) is the front view showing the configuration of 1st auxiliary reflective elements 20a shown in (a) of drawing 19 , and (b) is the front view showing the configuration [of drawing 19] of (b) of 2nd auxiliary reflective elements 20b.

[Drawing 23] It is drawing for explaining the principle of adjustment of lighting distribution.

[Drawing 24] It is drawing for explaining the principle of adjustment of telecentricity.

[Drawing 25] It is drawing showing the flow of adjustment of a lighting property.

[Drawing 26] It is drawing showing the flow chart about an example of the technique at the time of obtaining the semiconductor device as a micro device.

[Drawing 27] It is drawing showing the flow chart about an example of the technique at the time of obtaining the liquid crystal display component as a micro device.

[Description of Notations]

1 ... Light equipment

2, 20a, 20b ... Reflective elements

3 ... Capacitor optical system

4 ... Deflection mirror

5 ... Reflective mold mask

6 ... Projection system

7 ... Wafer

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (Cont.)